

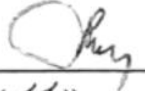
Учреждение образования
«Брестский государственный технический университет»

Факультет инженерных систем и экологии
Кафедра теплогазоснабжения и вентиляции

СОГЛАСОВАНО
Заведующий кафедрой
теплогазоснабжения и вентиляции

 В.Г.Новосельцев
« 11 » 06 2025 г.

СОГЛАСОВАНО
Декан факультета инженерных
систем и экологии

 О.П.Мешик
« 11 » 06 2025 г.

**ЭЛЕКТРОННЫЙ УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКИЙ КОМПЛЕКС
ПО УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЕ
«ВИМ-ТЕХНОЛОГИИ В ПРОЕКТИРОВАНИИ СИСТЕМ
ТЕПЛОГАЗОСНАБЖЕНИЯ И ВЕНТИЛЯЦИИ»**

для специальности 7-07-0732-02 Инженерные сети, оборудование зданий и сооружений (профилизация - Теплогазоснабжение, вентиляция и охрана воздушного бассейна)

Составители: Матюх Светлана Анатольевна, старший преподаватель кафедры теплогазоснабжения и вентиляции; Усс Наталья Викторовна, ассистент кафедры теплогазоснабжения и вентиляции

Рассмотрено и утверждено на заседании научно-методического совета университета 26.06.2025 г., протокол № 4.

пер. в УМК 24/25-260

ПЕРЕЧЕНЬ МАТЕРИАЛОВ В КОМПЛЕКСЕ

Электронный учебно-методический комплекс содержит:

1 ТЕОРЕТИЧЕСКИЙ РАЗДЕЛ

1.1 КОНСПЕКТ ЛЕКЦИЙ ПО ДИСЦИПЛИНЕ «ВИМ-ТЕХНОЛОГИИ В ПРОЕКТИРОВАНИИ СИСТЕМ ТЕПЛОГАЗОСНАБЖЕНИЯ И ВЕНТИЛЯЦИИ»

2 ПРАКТИЧЕСКИЙ РАЗДЕЛ

2.1 МАТЕРИАЛЫ ДЛЯ ЛАБОРАТОРНЫХ ЗАНЯТИЙ ПО ДИСЦИПЛИНЕ «ВИМ-ТЕХНОЛОГИИ В ПРОЕКТИРОВАНИИ СИСТЕМ ТЕПЛОГАЗОСНАБЖЕНИЯ И ВЕНТИЛЯЦИИ»

3 РАЗДЕЛ КОНТРОЛЯ ЗНАНИЙ

3.1 ВОПРОСЫ ДЛЯ ПОДГОТОВКИ К ЗАЧЕТУ ПО ДИСЦИПЛИНЕ «ВИМ-ТЕХНОЛОГИИ В ПРОЕКТИРОВАНИИ СИСТЕМ ТЕПЛОГАЗОСНАБЖЕНИЯ И ВЕНТИЛЯЦИИ»

4 ВСПОМОГАТЕЛЬНЫЙ РАЗДЕЛ

4.1 УЧЕБНАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ «ВИМ-ТЕХНОЛОГИИ В ПРОЕКТИРОВАНИИ СИСТЕМ ТЕПЛОГАЗОСНАБЖЕНИЯ И ВЕНТИЛЯЦИИ»

ПОЯСНИТЕЛЬНАЯ ЗАПИСКА

Дисциплина «ВІМ-технологии в проектировании систем теплогазоснабжения и вентиляции» является инновационной, а ее изучение дает студентам знания, умения и навыки, необходимые для эффективного применения технологий информационного моделирования при выполнении курсовых и дипломных проектов, а также способствует освоению современных цифровых инструментов проектирования и повышает конкурентоспособность студентов на рынке труда.

Целью изучения дисциплины «ВІМ-технологии в проектировании систем теплогазоснабжения и вентиляции» является формирование у студентов мировоззрения и развитие системного мышления в направлении «цифровой экономики» по средствам изучения современных технологий информационного моделирования применительно к системам теплогазоснабжения и вентиляции, а также углубленных профессиональных знаний в области информационного моделирования зданий и сооружений, обеспечивающей повышение точности проектных решений и эффективности их реализации на всех этапах жизненного цикла объекта

Электронный учебно–методический комплекс (ЭУМК) по учебной дисциплине «ВІМ-технологии в проектировании систем теплогазоснабжения и вентиляции» разработан в соответствии с Положением об учебно-методическом комплексе на уровне высшего образования, утвержденным Постановлением Министерства образования Республики Беларусь от 08.11.2022 г. № 427, Положением Брестского государственного технического университета № 8 от 13.01.2023 «Об учебно-методическом комплексе по учебной дисциплине» и предназначен для студентов специальности 7-07-0732-02 Инженерные сети, оборудование зданий и сооружений (профилизация - Теплогазоснабжение, вентиляция и охрана воздушного бассейна).

Содержание разделов ЭУМК соответствует образовательному стандарту ОСВО 7-07-0732-02-2023 специальности 7-07-0732-02 Инженерные сети, оборудование зданий и сооружений (профилизация - Теплогазоснабжение, вентиляция и охрана воздушного бассейна), структуре и тематике учебной программы по дисциплине «ВІМ-технологии в проектировании систем теплогазоснабжения и вентиляции».

Материал ЭУМК представлен на требуемом методическом уровне и адаптирован к современным образовательным технологиям.

Цели ЭУМК:

- повышение эффективности образовательного процесса;
- обеспечение качественного методического сопровождения процесса обучения;
- организация эффективной самостоятельной работы студентов;
- обеспечение открытости и доступности образовательных ресурсов путем размещения ЭУМК в локальной сети университета.

Структура ЭУМК включает:

1. Теоретический раздел, состоящий из конспекта лекций по основным темам курса.
2. Практический раздел, который содержит материалы для проведения лабораторных занятий, а также материалы для выполнения комплексной

графической работы по данной дисциплине с использованием программного комплекса для автоматизированного проектирования Autodesk Revit.

3. Раздел контроля знаний, содержащий перечень вопросов для проведения промежуточной аттестации и зачета, позволяющие определить соответствие результатов учебной деятельности обучающихся требованиям образовательных стандартов высшего образования и учебно-программной документации образовательных программ высшего образования.

4. Вспомогательный раздел ЭУМК, представленный в виде учебной программы по учебной дисциплине «BIM-технологии в проектировании систем теплогазоснабжения и вентиляции» и перечень изданий, рекомендуемых для изучения.

Рекомендации по организации работы с ЭУМК:

– при проведении лекционных и лабораторных занятий преподавателем используется компьютер с установленным лицензионным программным обеспечением и мультимедийный проектор;

– при подготовке к зачету, выполнению и защите комплексной графической работы студенты могут использовать конспект лекций и учебно-методические материалы для лабораторных работ;

– лабораторные занятия проводятся в компьютерном классе (оборудованном персональными компьютерами с установленным лицензионным программным обеспечением Autodesk Revit, а также возможностью доступа к локальной компьютерной сети университета) с использованием представленных в ЭУМК учебно-методических материалов для проведения лабораторных работ;

– аттестация по дисциплине проводится в виде зачета, вопросы к которому приведены в разделе контроля знаний. Допуском к зачету, является отчет о выполнении комплексной графической работы следующего содержания: обязательный компонент – альбом графических работ; на выбор (по согласованию с преподавателем): реферат, презентация или видеодемонстрация проекта.

1 Теоретический раздел

#СтруктураЭУМК

КОНСПЕКТ ЛЕКЦИЙ ПО ДИСЦИПЛИНЕ «BIM-ТЕХНОЛОГИИ В ПРОЕКТИРОВАНИИ СИСТЕМ ТЕПЛОГАЗОСНАБЖЕНИЯ И ВЕНТИЛЯЦИИ»

Тема 1 BIM-ТЕХНОЛОГИИ	6
Тема 2 AUTODESK REVIT: ОСНОВНЫЕ ПОНЯТИЯ И ОПРЕДЕЛЕНИЯ, ИНТЕРФЕЙС.....	27
Тема 3 БАЗОВЫЕ ЭЛЕМЕНТЫ ПРОЕКТИРОВАНИЯ В AUTODESK REVIT	54
Тема 4 СОЗДАНИЕ ПОЛЬЗОВАТЕЛЬСКОГО СЕМЕЙСТВА В AUTODESK REVIT.....	76
Тема 5 СОЗДАНИЕ ПРОЕКТНОЙ ДОКУМЕНТАЦИИ В AUTODESK REVIT	89
Тема 6 ОСНОВЫ ВИЗУАЛИЗАЦИИ ПРОЕКТА В AUTODESK REVIT.....	106
Тема 7 ПРОЕКТИРОВАНИЕ ИНЖЕНЕРНЫХ СИСТЕМ НА ОСНОВЕ BIM-МОДЕЛИ...	118
Тема 8 ОРГАНИЗАЦИЯ И КОНТРОЛЬ BIM-ПРОЦЕССОВ ВНУТРИ ОРГАНИЗАЦИИ (КООРДИНАЦИЯ ПРОЕКТА)	119
Тема 9 ОРГАНИЗАЦИЯ СОВМЕСТНОЙ РАБОТЫ ПРИ ПРОЕКТИРОВАНИИ ОБЪЕКТА КАПИТАЛЬНОГО СТРОИТЕЛЬСТВА ПРИМЕНИТЕЛЬНО К BIM- ТЕХНОЛОГИИ.....	123
Тема 10 СОЗДАНИЕ ЕДИНОЙ ЦИФРОВОЙ ЭКОСИСТЕМЫ ПРОЕКТА НА ОСНОВЕ ТЕХНОЛОГИЙ ИНФОРМАЦИОННОГО МОДЕЛИРОВАНИЯ, ИСКУССТВЕННОГО ИНТЕЛЕКТА И ВИРТУАЛЬНОЙ РЕАЛЬНОСТИ.....	129

1. Понятие и определение информационного моделирования зданий и сооружений.
2. Требования к качеству информационной модели здания.
3. Модель зрелости BIM.
4. BIM-измерения.
5. Уровни проработки BIM-модели (LOD/LOI).
6. Программное обеспечение для BIM.
7. План выполнения BIM-проекта (BEP).
8. Информационные требования технического заказчика (EIR).
9. Валидация.
10. Преимущества и недостатки BIM.
11. Тенденции развития BIM-технологий в мире.

1. Понятие и определение информационного моделирования зданий и сооружений.

Информационное моделирование здания или сооружения (Building Information Modeling, BIM) – это технология оптимизации процессов проектирования и строительства, в основе которой лежит использование единой модели здания и обмен информацией о любом объекте всеми участниками на протяжении всего жизненного цикла проекта.

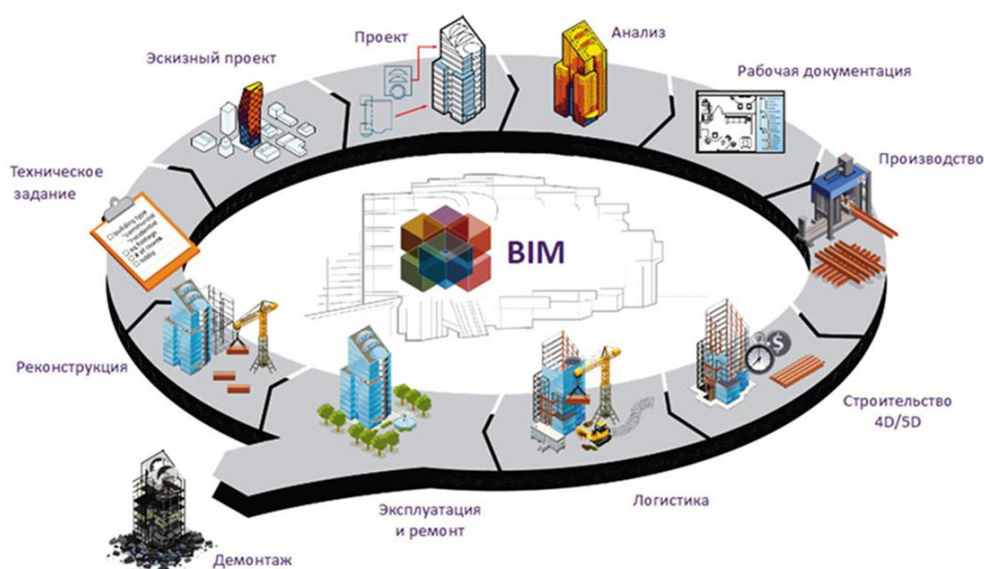


Рис. 1.1 Информационная модель

Информационная модель (ИМ, IM) – это совокупность представленных в цифровом виде графических и неграфических данных по объекту строительства, технической, технологической и прочей документации, размещаемая в соответствии с установленными правилами в среде общих данных,

представляющей собой единый достоверный источник информации по объекту на всех или отдельных стадиях его жизненного цикла (рис. 1.1).

Информационная модель объекта (BIM-модель) – это объектно-ориентированная параметрическая трехмерная модель, представляющая в цифровом виде физические, функциональные и прочие характеристики объекта строительства (или его отдельных частей) как совокупность информационно насыщенных элементов. Создается для решения конкретных прикладных задач проекта [1].

BIM-технология охватывает все этапы жизненного цикла сооружения: планирование, составление технического задания, проектирование и анализ, выдача рабочей документации, производство, строительство, эксплуатация и ремонт, демонтаж. Данные добавляются в информационную 3D-модель на протяжении всего жизненного цикла сооружения. Они необходимы для планирования бизнеса, проектирования, закупки материалов, координации работы на различных участках проекта, логистики, монтажных работ и сборки, строительства, передачи в эксплуатацию.

BIM-технология позволяет объединить информацию, которой уже владеет организация, с новыми знаниями, которые появляются у компании при переходе на BIM. Она обеспечивает обмен данными между существующими системами предприятия и BIM-моделью. Информационная модель становится поставщиком данных для системы закупок, системы календарного планирования, системы управления проектами, внутренней ERP-системы и других систем предприятия [2].

Все участники процесса имеют быстрый свободный доступ к этой информации, она всегда отображается в актуальном виде в среде общих данных (СОД) проекта BIM. Благодаря этому на можно настроить различные функции использования информационной модели. Например, обнаружение коллизий различных элементов сооружения; взаимная увязка и согласование разделов проекта; извлечение объемов материалов и работ; выполнение различных расчетов прочности, энергоэффективности и т.п.; планирование строительных работ; моделирование различных аварийных ситуаций при эксплуатации зданий; наглядная презентации объекта заказчикам с полным набором параметров, с малыми архитектурными формами, отделкой и др.

Суть BIM сводится к тому, что сооружение и вся относящаяся к нему инфраструктура, а также связанные с этим процессы воспринимаются как единое целое.

BIM подразумевает взаимосвязь данных и высокую степень автоматизации процессов извлечения из BIM-моделей нужной информации в требуемом формате на всех этапах жизненного цикла сооружения. Пользователи технологии BIM – инженеры, менеджеры, архитекторы — должны обладать уверенными знаниями и навыками работы с BIM-моделями, обладать умением интерпретации информации и управления задачами.

2. Требования к качеству информационной модели здания.

Заказчик описывает в Информационных требованиях требования к качеству моделей. В каждом отдельном случае эти требования могут быть различными и зависеть от специфики моделируемого объекта. Также заказчик может установить жесткое требование на отсутствие коллизий, определив, что считать коллизией.

Коллизией может считаться не только явное недопустимое пересечение элементов объекта (например, установка опоры освещения посередине проезжей части), но и допуски по близости размещения элементов (например, подземный кабель линии электропередач может не пересекаться с водоотводным лотком, но быть в недопустимой близости с водотоком) [1].

Примером основных требования к информационной модели здания является «Порядок формирования информационной модели объекта капитального строительства» (<https://gosekspertiza-rt.ru/upload/iblock/7ac/763sw6j1rpc4wj7n8hh4k1vzym1mil0.pdf>)

3. Модель зрелости BIM.

В 2008 году сотрудники компании BIM Task Group Мервин Ричардс и Марк Бью предложили диаграмму уровня зрелости BIM, которая известна сегодня как модель Бью-Ричардса (рис.1.2).

Данная модель описывает уровни зрелости BIM, уровни внедрения в организации или стране в целом. Диаграмма хорошо демонстрирует степень полноты внедрения технологии информационного моделирования, показывает переход от классических чертежей САПР к комплексному BIM-решению. Каждому этапу, каждому уровню BIM соответствуют определенные международные и национальные стандарты. В основу модели легли британские стандарты, как наиболее первичные и часто используемые.

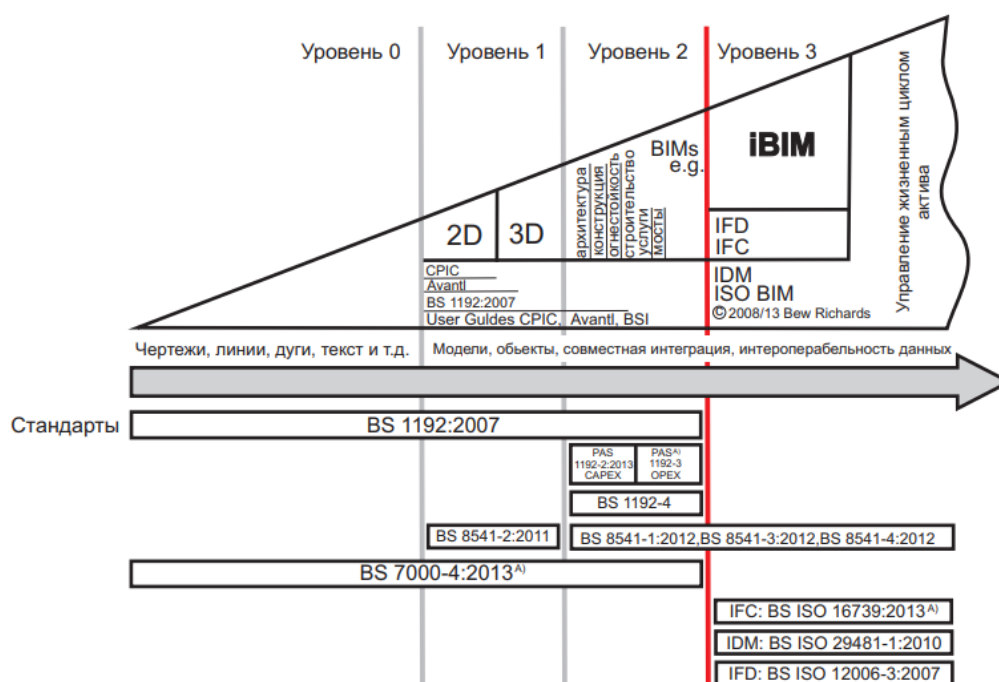


Рис.1.2 Модель Бью-Ричардса

Модели зрелости технологии BIM применяется для определения основных принципов информационного моделирования, а также целевых требований к информационным моделям и процессам моделирования, соответствующих настоящему времени. На рисунке 1.3 приведена модель зрелости технологии BIM, отображающая продвижение от 2D CAD до BIM Уровня 3.

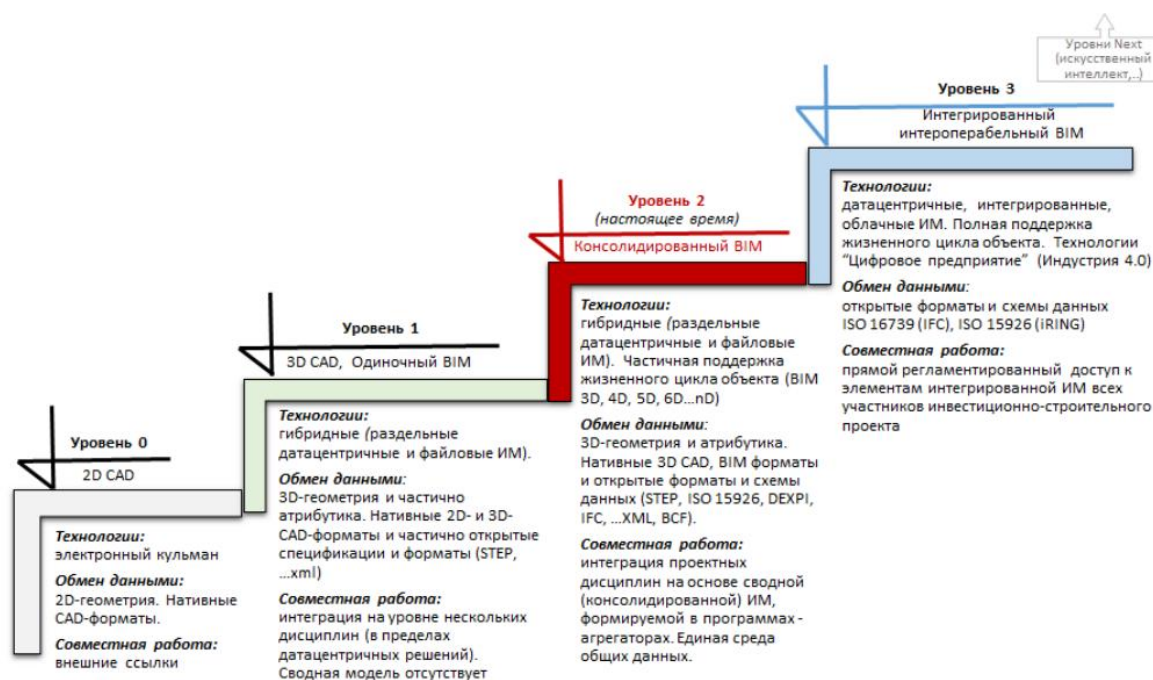


Рис. 1.3 Уровни зрелости технологии BIM

Уровень 0.

Используется традиционный CAD в 2D-формате. Обмен данными осуществляется в основном на уровне 2D-геометрии. Совместная работа практически отсутствует или реализуется посредством внешних ссылок. На Готовые чертежи и документация передаются через бумажные и электронные носители.

Уровень 1.

Это уровень, который комбинирует 3D CAD/BIM и 2D CAD (подготовка ПД и РД). Совместная работа, как правило, организована на уровне нескольких профильных дисциплин в рамках датацентричного программного комплекса. Сводная модель не формируется, поскольку многие дисциплины работают в 2D. Обмен данными осуществляется на уровне 3D-геометрии и атрибутики в рамках дисциплин, использующих 3D CAD/BIM решения. Открытые форматы практически не используются. Среда общих данных, как правило, организована на уровне файлового обмена, могут применяться системы управления инженерными данными (PDM).

Уровень 2.

Это целевой уровень зрелости технологии BIM, принятый к реализации в настоящее время во всех международных и зарубежных документах по стандартизации BIM. Основное отличие от предыдущих уровней и основная цель этого уровня – организация совместной скоординированной работы multidisciplinary проектных групп на основе сводной модели, размещаемой в среде общих данных. Обмен данными осуществляется на уровне 3D-геометрии и атрибутивной информации. Данный уровень предполагает добавление следующих измерений: 4D (время) и 5D (стоимость) и частичное использование BIM на всех стадиях жизненного цикла объекта. На данном уровне могут выполняться работы по автоматизированному сбору данных по моделям и автоматизированным проверкам на коллизии.

Уровень 3.

Предполагает работу посредством web-сервисов всех проектных дисциплин и всех участников инвестиционно-строительного проекта к единой интегрированной датацентричной BIM-модели на основе открытых схем (онтологий) и форматов данных, семантик и классификаций. В настоящее время не существует документов по стандартизации этого уровня [3].

4. BIM-измерения.

Размеры BIM - это различные уровни информации, которые могут быть добавлены в BIM-модель. Выделяют следующие виды BIM-измерений (рис.1.4):

- 3D BIM - геометрическая модель
- 4D BIM - управление временем
- 5D BIM - расчет количества и управление затратами
- 6D BIM - устойчивость и энергоэффективность
- 7D BIM - управление объектами
- 8D BIM - безопасность
- 9D BIM - бережливое строительство
- 10D BIM - Индустрия 4.0 и автоматизация [4].



Рис. 1.4 Виды BIM-измерений

На практике чаще всего используются измерения между 5D и 7D, поскольку существующие инструменты создают реальную добавленную стоимость для инвесторов и участников строительства. Реализация более высоких измерений (8D, 9D, 10D) требует передовых технологий и глубоких знаний, которые в настоящее время не доступны повсеместно. Часто это пилотные проекты для тестирования процессов, которые в настоящее время все еще осуществляются с большими затратами и в условиях, адаптированных под конкретный проект (ClosedBIM).

Описание BIM-измерений.

3D BIM - геометрическая модель.

3D BIM включает в себя трехмерную визуализацию моделей зданий.

Это измерение позволяет точно визуализировать геометрию и пространственные отношения в проекте.

4D BIM - управление временем.

В 4D BIM добавляется временное измерение для планирования хода строительства на всех его этапах. Оно обеспечивает визуальное представление хода строительства, что облегчает координацию между командами и раннее обнаружение конфликтов при планировании строительства.

5D BIM - расчет количества и управление затратами.

5D BIM объединяет информацию о затратах для точного отслеживания стоимости проекта. В этом измерении используются специальные программные решения для определения количества, которые создают прямые связи между цифровыми моделями, ведомостями объемов и сметами.

6D BIM - устойчивость и энергоэффективность.

6D BIM оценивает устойчивость и энергоэффективность проекта на протяжении всего его жизненного цикла. Технологии динамического анализа энергопотребления помогают инженерам находить наиболее эффективные и рациональные решения.

7D BIM - Управление объектами.

7D BIM охватывает управление и обслуживание зданий на протяжении всего их жизненного цикла. Это измерение включает в себя управление данными о компонентах, спецификациях, руководствах по обслуживанию и гарантиях. Часть этой информации добавляется и дополняется только на этапе строительства.

8D BIM – Безопасность.

В 8D BIM интегрирована информация о безопасности, позволяющая предвидеть и избегать рисков в процессе строительства. позволяет детально проанализировать аспекты безопасности проекта и помогает избежать несчастных случаев с помощью виртуального моделирования.

9D BIM - бережливое строительство.

9D BIM оптимизирует строительные процессы для минимизации отходов и максимизации эффективности. Это измерение фокусируется на процессах бережливого строительства, которые повышают эффективность и сокращают продолжительность проекта.

10D BIM - Индустрия 4.0 и автоматизация.

10D BIM использует цифровые технологии для полной индустриализации строительного процесса. Это измерение централизует данные и автоматизирует сложные задачи для повышения производительности и эффективности на всех этапах строительного процесса [5].

Пример применения:

Представьте себе проект строительства нового офисного здания. Архитекторы и инженеры могут визуально спроектировать здание с помощью 3D BIM. 4D BIM помогает руководителю строительства оптимизировать график строительства и координировать его этапы. 5D BIM обеспечивает точный контроль затрат. Наконец, 6D BIM обеспечивает энергоэффективное планирование, анализируя различные технические решения для снижения энергопотребления. После

завершения строительства модель здания подготавливается для управления объектом.

5. Уровни проработки BIM-модели (LOD/LOI).

Уровень проработки элемента модели (LOD) задает минимальный объем геометрической, пространственной, количественной, а также любой атрибутивной информации, необходимой для решения задач моделирования на конкретной стадии жизненного цикла объекта строительства. LOD элемента модели включает две составляющих: геометрическую – LOD(G) и атрибутивную – LOI, которые могут не находиться в прямой зависимости.

Основные положения концепции LOD.

В BIM-модели информация (геометрическая и атрибутивная) содержится в ее элементах. По ходу проекта эта информация накапливается и уточняется. Для управления этой информацией необходимо применять подходы, позволяющие планировать и реализовывать задачи по информационному обмену между различными участниками проекта.

Для решения этих задач применяется концепция LOD, которая помогает:

- сформировать требования к информационному наполнению моделей на различных стадиях проекта и тем самым обеспечить единое понимание и конкретизацию всеми участниками проекта (заказчиками, проектировщиками, строителями, производителями оборудования, службами эксплуатации, органами экспертизы) требуемых результатов работ по информационному моделированию;
- эффективно решать задачи, связанные с недостаточностью исходных данных для проектирования, что позволяет оперировать понятием проектной неопределённости, когда решения, закладываемые на ранних стадиях проектирования, могут учитывать всю вариативность последующей детализации проектного решения;
- планировать совместную работу и соответствующие процессы информационных обменов путем определения требуемой информации, содержащейся в элементе модели, которая необходима не только автору (исполнителю) элемента, но и другим участникам проекта на различных его этапах;
- контролировать процесс информационного моделирования путем оценки степени информационной насыщенности элементов модели на различных этапах проекта (например, путем выборочного сравнение текущего и требуемого LOD у различных элементов модели).

Концепция LOD включает в себя несколько базовых уровней проработки (рис.1.5): LOD 100, LOD 200, LOD 300, LOD 400, LOD 500, характеризующих процесс разработки элемента от концептуального до фактического состояния. При необходимости для конкретного проекта допускается наличие промежуточных уровней проработки, которые должны быть согласованы и специфицированы всеми участниками проекта и зафиксированы в Требованиях Заказчика и Плана реализации BIM-проекта.

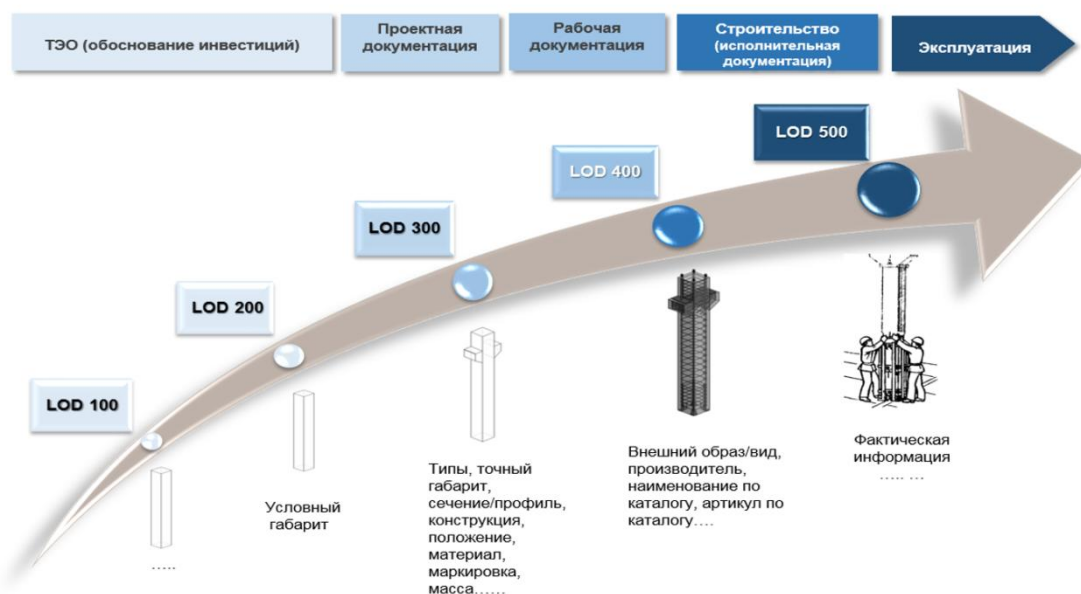


Рис. 1.5 Уровни проработки элементов BIM-модели

Требования к уровням проработки носят уточняющий характер, то есть определение каждого последующего уровня проработки элемента уточняет и дополняет определения всех предыдущих уровней. В этом отношении LOD уровня «N» является целевым уровнем на завершении этапа или стадии, а не в середине или начале.

При определении информационного содержания элементов BIM-моделей необходимо учитывать информационные потребности всех участников на различных стадиях реализации проекта. В этих целях определение геометрической и атрибутивной информации следует осуществлять в обратном порядке (от финальной стадии, на которой заказчик планирует использовать BIM, к начальной), руководствуясь при этом требованиями к результатам информационного моделирования на завершении соответствующего этапа (стадии) проекта.

Примеры требований к уровням проработки элементов BIM-моделей, относящимся к разделам (маркам) проекта АР, КР, ОВ, ВК, ЭО, ЭС, ЭМ на предпроектных и проектных стадиях, приведены в документе «BIM-СТАНДАРТ. ПЛОЩАДНЫЕ ОБЪЕКТЫ. Версия 2.0» (Приложение А) и СП 333.1325800.2017 «Информационное моделирование в строительстве. Правила формирования информационной модели объектов на различных стадиях жизненного цикла».

Каждый элемент модели на разных уровнях проработки включает в себя три аспекта: уровень проработки геометрии, графическое отображение и уровень проработки атрибутивной информации (свойства/параметры).

Графическое отображение: отображение основополагающих геометрических параметров элемента модели (внешний образ/вид, цвет, текстура материала и пр.).

Уровень проработки геометрии: описание геометрических параметров элемента модели (форма, пространственное расположение, габариты, длина, ширина, высота, толщина, диаметр, площадь, объем, площадь сечения, уклон, уровень, типоразмер и пр.).

Уровень проработки атрибутивной информации: описание набора атрибутов (свойств/параметров) элемента модели (маркировка, код по классификатору

организации, материалы, масса, технические и технологические параметры, производитель, наименование по каталогу, артикул по каталогу и др.)

Необходимые параметры (графические, геометрические и атрибутивные) назначаются элементам модели исходя из:

- целей, задач и требуемых результатов моделирования;
- способов использования информационных моделей (например, для извлечения из элементов модели необходимых геометрических и атрибутивных параметров для подсчета физических объемов);
- стадии и этапа реализации проекта;
- требуемых масштабов для производства чертежей;
- требуемых данных для составления ведомостей и спецификаций;
- требований к качеству визуализации (например, требуется реалистичная визуализация с высокой степенью детализации);
- прочих требований [6].

Общие подходы к определению LOD для элементов технологических разделов проекта.

При определении необходимого информационного содержания LOD для элементов технологических разделов проекта в общем случае необходимо учитывать:

- стадии жизненного цикла промышленного объекта, на которых заказчик планирует использовать BIM (информационные требования заказчика);
- задачи применения BIM на каждой стадии жизненного цикла объекта (например, если данные из модели используются в различных расчетных комплексах, то они должны присутствовать в соответствующих элементах модели и т.д. по каждой задаче применения BIM);
- информационные потребности участников проекта;
- требования государственных и отраслевых стандартов к составу и содержанию технической документации на соответствующей стадии проекта;
- опыт реализации проектов-аналогов.

Для систематизации подходов по формированию необходимого состава атрибутивной информации для каждого типа технологического оборудования рекомендуется по возможности его сгруппировать, например:

1. оборудование индивидуального изготовления, влияющее на геометрию сооружения (конвейеры, кратцер-краны, подъемные механизмы и др.);
2. оборудование серийного изготовления, влияющее на геометрию сооружения (насосы, дробилки, емкости, кран-балки и др.);
3. оборудование серийного изготовления, не влияющее на геометрию сооружения (задвижки, датчики, эл. щиты, сантехника и др.).

Пример группировки оборудования Атрибуты в общем случае рекомендуется разделять на *обязательные (основные)* и *дополнительные*.

К *обязательным* атрибутам элемента модели рекомендуется относить, в том числе:

- основные технико-технологические характеристики, характерные для определенного типа оборудования, в том числе информацию, представленную на принципиальных схемах;
- атрибуты, позволяющие однозначно идентифицировать элемент (типы, коды по классификатору, маркировки, артикулы, обозначения различных классов,

категорий и пр.);

- атрибуты, необходимые для внесения в проектную/рабочую и прочую документацию, спецификации, опросные листы и др.

К *дополнительным* атрибутам следует относить свойства или технические характеристики, необходимые для проведения инженерных расчетов, информацию технико-экономического характера, технико-эксплуатационные и иные характеристики. Дополнительная информация определяется в зависимости от задач применения BIM (используемых в проекте BIM-сценариев).

Количество уровней LOD для элементов технологического оборудования должно быть определено индивидуально для каждого типа в зависимости от специфики технологии конкретной отрасли, этапа проекта, на котором проводится конкурс на закупку оборудования и других факторов [3]. Пример приведен на рисунке 1.6.



Рис. 1.6 Уровни проработки для технологического оборудования

6. Программное обеспечение для BIM.

Программы для BIM-моделирования — разновидность систем автоматизированного проектирования (САПР). Такое программное обеспечение позволяет создавать чертежи и визуализировать будущие конструкции в 3D.

Информационное моделирование зданий подразумевает подход, при котором здание воспринимается как система. Создается и регулярно обновляется полная база сведений об объекте и отдельных его элементах. Параллельно делаются чертежи, схемы и трехмерная визуализация.

BIM-системы позволяют проектировать здания, управлять строительством и эксплуатацией. Приложение рассчитывает прочность конструкции, остаточный ресурс и затраты. При этом учитываются местные особенности: климат, свойства грунта, действующие строительные нормы и прочее.

Рассмотрим наиболее популярные программы для BIM-моделирования (рис.1.7)



Рис.1.7 Программы для BIM-моделирования

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

Мировой лидер 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 komponуются 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.

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: сейчас не продается пользователям из России; некоторые функции доступны только при определенном уровне подписки. При этом приходится дополнительно покупать инструменты, которые могут и не требоваться; поддерживаются не все российские нормативы.

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.

Минусы: учитывает не все российские стандарты; больше не продается в России; проблемы с совместимостью между старыми и новыми версиями.

Navisworks

Приложение, отчасти аналогичное BIMx, но предназначенное для взаимодействия с решениями от Autodesk. В отличие от конкурента, предоставляет доступ к расчетам и симуляциям. Самостоятельно делает визуализации и подсчитывает объемы материалов. BIM-программа позволяет координировать работу разных специалистов. Возможна интеграция в Revit и Autodesk Construction Cloud (облачная система, объединяющая инженерное ПО от Autodesk). Умеет самостоятельно проверять чертежи на ошибки и пересечения.

Плюсы: существует в двух версиях: упрощенной и расширенной с функциями интеграции с другим ПО и автоматической проверки; умеет взаимодействовать с разноплановым софтом: для 3D-моделирования, сложных расчетов, CAD-системами; регулярно обновляется и совершенствуется.

Минусы: на данный момент недоступна в России; стоит достаточно дорого; плохая совместимость с разными версиями [7].

7. План выполнения BIM-проекта (BIM Execution Plan, BEP).

План выполнения BIM-проекта – технический документ, который разрабатывается, как правило, генпроектной и/или генподрядной организацией для регламентации взаимодействия с субпроектными/субподрядными организациями и согласовывается с техзаказчиком. Отражает информационные требования технического заказчика, способы использования информационных моделей, правила именования файлов, стратегию разделения модели на объемы, требуемые уровни проработки элементов модели на различных стадиях и этапах проекта, роли участников процесса информационного моделирования и другие аспекты.

Главная задача Плана выполнения BIM-проекта (BEP) – планирование и

организация эффективной совместной работы всех участников проектной группы на всех этапах BIM-проекта.

ВЕР является динамичным и периодически изменяющимся документом.

ВЕР должен разрабатываться с привлечением всех участников процесса информационного моделирования (внутренних и внешних). Между участниками проекта должен быть достигнут консенсус о том, как будет создана, организована и как будет контролироваться информационная модель. Этот консенсус должен быть задокументирован в ВЕР.

ВЕР должен определить и задокументировать:

- цели и задачи использования BIM в соответствии с информационными требованиями заказчика (если такие требования присутствуют);
- конечные результаты BIM;
- инфраструктуру, необходимую для успешной реализации проекта;
- процесс выполнения BIM.

Более подробную информацию по подготовке Плана выполнения проекта можно посмотреть в Приложении Б. «Шаблон Плана выполнения BIM-проекта». (BIM-стандарт. Площадные объекты. Версия 2.0 от Autodesk).

8. Информационные требования технического заказчика (EIR).

Информационные требования технического заказчика (Employer Information Requirements, EIR) – требования, определяющие информацию, представляемую техническому заказчику в процессе реализации проекта, а также предполагаемые способы использования информационных моделей на различных стадиях, требования к информационным стандартам и регламентам, которые должны быть применены исполнителем в рамках процесса реализации проекта.

Являются основой для разработки подрядчиками предварительного Плана выполнения работ (ВЕР), на основании которого заказчик сможет оценить возможности подрядчика и его подход к реализации проекта.

Данный документ включают в техническое задание на проектирование с целью формирования требований к информации, представляемой заказчику в процессе реализации BIM-проекта и по его завершении.

Состав информационных требований зависит от уровня BIM-компетенций заказчика.

В документ следует включать следующие разделы:

- Цели и задачи использования BIM на данном проекте.
- Этапы работ и контрольные точки выдачи информации.
- Минимальные требования к количеству разделов проекта для моделирования и объемам моделирования (по разделам проекта).
- Требования к уровням проработки элементов модели (LOD) по каждой стадии и разделам проекта.
- Требования к системе классификации элементов модели (при наличии).
- Требования к составу и форматам выдачи результатов проекта.
- Требования к регламентам проверки BIM-моделей.
- Требования к процедурам согласования и внесения изменений, форматам файлов обмена и общим сетевым ресурсам.
- Другие разделы.

9. Валидация.

Валидация – процесс проверки результатов моделирования на соответствие требованиям. В процессе валидации устанавливается, соответствует ли модель информационным требованиям заказчика, требованиям стандарта организации, насколько точно, оптимально и полно она разработана, можно ли без проблем идентифицировать и извлекать информацию из элементов BIM-модели, отсутствуют ли в модели коллизии и пр.

Валидация должна проводиться по следующим основным направлениям или их комбинациям:

- проверка пространственного положения и геометрических параметров;
- проверка данных;
- проверка на 3D-координацию.

Все проверки выполняются либо в ручном режиме – визуально, либо в автоматизированном режиме – с применением различных программных средств (Revit, Navisworks, Microsoft Excel и др.).

Проверка *пространственного положения и геометрических параметров* должна включать:

- проверку соответствия элементов модели требованиям LOD (геометрической составляющей). Выявляются избыточный и недостаточный уровень проработки;
- проверку на соответствие системы координат базовому файлу;
- проверку точности построения элементов модели (анализ примыканий элементов модели);
- проверку на отсутствие дублированных и перекрывающихся элементов.

Такие проверки рекомендуется осуществлять на еженедельной основе, но периодичность может меняться в зависимости от проекта.

Проверка *данных* должна установить, насколько они систематизированы, классифицированы и структурированы в соответствии с требованиями настоящего стандарта и требованиями конкретного проекта, которые должны быть зафиксированы в Плане выполнения BIM-проекта. Проверка должна проводиться на еженедельной основе. Перед тем как файл модели будет размещен в области опубликованных данных, он должен быть отсоединен от файла хранилища и очищен от неиспользованных элементов и ссылок.

Целью проверки на 3D-координацию, то есть на наличие коллизий, является поиск и устранение всех конфликтов между элементами модели еще на этапе проектирования, до начала строительства. Коллизии – это пересечения элементов информационной модели между собой, возникающие при отсутствии пространственной координации между различными разделами проекта.

По характеру пересечений все коллизии можно разделить на:

- жесткие – геометрия проверяемых элементов пересекается физически;
- мягкие – при проверке пересекаются не геометрии проверяемых элементов модели, а пространства вокруг них, определенные параметром проверки – допуском.

Проверку на 3D-координацию рекомендуется выполнять в Autodesk Navisworks, и то:

- визуальную проверку – в Navisworks Manage/Simulate

- автоматизированную проверку – в Navisworks Manage.
- Ответственным за проведение автоматизированных проверок, оповещение всех участников проекта и контроль над выполнением работ по устранению ошибок является BIM-менеджер/координатор.

Процесс 3D-координации состоит из:

- подготовки моделей по разделам с учетом требований к их разработке;
- экспорта в формат NWC или пакетного создания файлов формата NWD;
- создания сводной модели;
- создания наборов выделенных элементов и поисковых наборов с учетом предварительно разработанной матрицы коллизий;
- визуальной проверки с целью выявления проектных ошибок и их последующим документированием. По результатам проверки следует создать отчет по визуальной проверке на проектные ошибки;
- автоматизированной проверки на коллизии с целью выявления коллизий и их документирования. По результатам проверки следует создать отчеты по автоматизированной проверке на коллизии;
- анализа выявленных коллизий;
- устранения выявленных коллизий [6].

10. Преимущества и недостатки BIM.

Рассмотрим основные *преимущества* применения технологий BIM моделирования в проектировании и строительстве:

✓ *существенное снижение финансовых и временных затрат* (Стоимость планирования и строительства благодаря оптимизации процессов и уменьшению количества ошибок сокращается до 30% по сравнению с применением традиционных методов, а время, затраченное на проверку документации и утверждения проекта сокращается до 5 раз, за счёт эффективного взаимодействия между специалистами и использования современных технологий.);

✓ *снижение количества ошибок и недоработок в процессе проектирования и строительства* (Благодаря автоматическому контролю и проверке данных цифровая модель, получается максимально точной, с прорисовкой мельчайших деталей.);

✓ *возможность реализации строительных проектов любой сложности;*
 ✓ *актуальность и сохранность информации;*
 ✓ *упрощение подбора необходимых материалов и оборудования;*
 ✓ *изготовление качественной проектной документации;*
 ✓ *постоянный контроль изменений и доработок проекта* (Внесение любых изменений в проект отражается на всех уровнях автоматически, что сокращает количество ошибок и неточностей в 4 раза. Контроль за объектом возможен от самой начальной стадии: инженерно-геодезических исследований до сноса объекта.)

- ✓ *возможность сотрудничества с крупнейшими застройщиками;*
- ✓ *возможность автоматизации отдельных процессов в рамках реализации строительного проекта;*
- ✓ *уменьшение влияния человеческого фактора;*
- ✓ *точность при производстве расчетов и составлении сметы;*

- ✓ возможность формирования и отслеживания графика выполнения работ;
- ✓ прогнозирование применения тех или иных проектных решений;
- ✓ возможность работы в общей среде, быстрый доступ ко всему строительному проекту в любое время (Одновременная работа специалистов разных областей с моделью здания, что позволяет быстро вносить изменения и корректировать проект. Управлять и вносить изменения в модель можно в любой точке мира, достаточно иметь доступ к персональному компьютеру.);
- ✓ дальнейший мониторинг с целью определения затрат на обслуживание и модернизацию готового объекта [8].

Отметим основные недостатки BIM-технологий в проектировании:

✓ *приведение использования технологий BIM к единому стандарту* (Практически в любой компании, переходящей на BIM, рано или поздно появляются типовые проблемы: путаница в семействах, разные подходы к работе у специалистов, использование различных параметров семейств для одних и тех же свойств, сложности с организацией схемы совместной работы и так далее. Все это снижает эффективность применения программы. Становится непонятно, кто наилучшим образом подходит для того, чтобы вести загрузку данных в модель и сопровождать эту модель. Как результат этого: данные для процесса эксплуатации являются неполными, это связано с тем, что в модель не вносились изменения на основе проектных изменений, произведенных после завершения этапа проектирования, и, таким образом, она является неточной моделью сооружения, которая должна была бы соответствовать тому, что построено. Так же не совсем понятно, как действовать, если субподрядчики работают в различных комплексах, как соединить это все воедино. Поэтому стандартизация требуется на законодательном уровне.)

✓ *длительный процесс обучения специалистов особенностям создания и работы с BIM моделями* (В настоящее время специалистов строительных профессий готовят в отраслевых профильных заведениях среднего профессионального и высшего образования. Там же они проходят различные курсы повышения квалификации. Недостаток специалистов на всех этапах с навыками и базовыми знаниями новых технологий критичен. Государственное регулирование изменений в образовательном процессе строительных ВУЗов направлено на изменение, сложившейся на рынке, ситуации: в ближайшей перспективе должны быть изменены и разработаны образовательные стандарты по подготовке специалистов строительной отрасли национальной экономики. Сотрудничество практиков строительного рынка с учебными заведениями по подготовке программ обучения является, по нашему мнению, важнейшим этапом внедрения BIM-технологии в Беларуси на государственном уровне. В этом случае ВУЗы смогут разработать учебные программы на основе рекомендаций по содержанию курсов, предложенных авторами, и подготовить молодых специалистов, которым предстоит работать с новыми инструментами BIM и развивать строительную отрасль. В настоящее время уже имеются некоторые контакты между ВУЗами и различными организациями, однако это все же являются единичные случаи) [9];

✓ *высокая стоимость перехода на использование нового программного обеспечения, необходимость повышения компьютерных мощностей* (Внедрение любой инновации сопровождается определенными финансовыми затратами. Стоимость приобретения нового программного обеспечения достаточно высока.

При этом работа с новым программным комплексом потребует дополнительных затрат для покупки или усовершенствования компьютерной техники, так как технические требования современных программных продуктов существенно отличаются от привычных программных комплексов автоматизированного проектирования) [10];

✓ *снижение производительности сотрудников вследствие переработки существовавшего подхода к составлению проектной документации;*

✓ *необходимость использования иностранного программного обеспечения.*

✓ *безопасность хранения и обмена данными о проекте в цифровом формате.*

11. Тенденции развития BIM-технологий в мире.

Мир технологий стремительно развивается, и BIM-рынок претерпевает значительные изменения. Согласно исследованиям компании Polaris Market Research, его объём вырастет более чем на 13,6% с 2023 по 2032 год, трансформируя технологию из простого инструмента визуализации во всеобъемлющую, интеллектуальную экосистему, которая кардинально меняет то, как мы планируем, проектируем и эксплуатируем инженерные системы. Сегодня BIM это динамичная синергия передовых технологий, рабочих процессов, основанных на совместной работе и данных, которые затрагивают все этапы жизненного цикла проекта.

В этом вопросе рассмотрим основные тенденции, которые могут оказать значительное влияние на BIM в ближайшем будущем:

1) Появление новых форматов файлов.

Хотя Industry Foundation Class (IFC) уже давно занимает ключевую позицию в рабочих процессах BIM, эксперты строительной отрасли всё чаще стали приглядываться к Universal Scene Description (USD) как более гибкой и перспективной альтернативе. Изначально разработанный для киноиндустрии, этот формат лучше подходит к современным цифровым средам и потребностям совместной работы в режиме реального времени. Ключевыми причинами для этого являются:

- Поддержка от сообщества: крупнейшие IT-компании, сформировавшие Alliance for OpenUSD (AOUSD), активно продвигают USD в качестве открытого стандарта
- Снижение затрат и сложности: внедрение и сертификация поддержки IFC могут отнимать много ресурсов, в то время как USD предлагает более целенаправленный и экономичный путь работы
- Современная структура данных: IFC уходит корнями в технологии 1980-х годов, а USD был создан с учётом современных требований, обеспечивая расширенную иерархическую обработку данных и неразрушающее редактирование
- Интеграция с инструментами визуализации: растущая популярность USD для платформ по визуализации, а также намерение авторов по включению в будущие версии IFC свидетельствуют о его большей пригодности для хранения строительных данных

IFC остается актуальным форматом для использования в определенных случаях, но адаптивность USD и поддержка со стороны лидеров отрасли постепенно делают его привычным инструментом, отвечающим требованиям как текущих, так и будущих проектов.

2) Создание цифровых двойников и интеграция интернета вещей в BIM.

Цифровые двойники становятся все более популярными в BIM. Известные также как digital twins, эти объекты превращают статичные конструкции в интеллектуальные экосистемы, управляемые данными. Создавая виртуальные копии в режиме реального времени, синхронизированные с датчиками IoT (Internet of Things, интернет вещей), они не просто визуализируют пространство, а прогнозируют, оптимизируют и адаптируют его. Ключевые преимущества этой технологии заключаются в возможности предвидеть необходимость технического обслуживания до возникновения неисправностей, оптимизации энергопотребления, сокращении времени простоя объекта и продлении жизненного цикла здания.

IoT-датчики превращают здания в благоприятную среду, адаптирующуюся к поведению людей. Собранные ими данные поступают в BIM-модель в режиме реального времени, помогая оптимизировать системы отопления, вентиляции, освещения и канализации.

Заблаговременные предупреждения о сбоях в работе оборудования, скачках энергопотребления или проблемах с качеством воздуха позволяют вмешаться до того, как проблемы усугубятся.

Интеграция IoT в здание делает его более умным, экономически эффективным и повышает комфорт и удовлетворенность жильцов. Эти устройства помогают цифровым двойникам превратиться в динамичные, самосовершенствующиеся модели.

3) Применение облака точек лазерного сканирования.

Обогащенные данными облака точек позволяют не просто исследовать геометрию, но и получить доступ к сопутствующей информации: спецификациям материалов, данным об оборудовании и журналам технического обслуживания. Это снижает необходимость в полномасштабном моделировании при появлении простых задач в рамках эксплуатации, а специалисты получают возможность эффективно планировать и выполнять работу.

4) Взаимозаменяемость и открытые стандарты BIM, OpenBIM.

OpenBIM, использование открытых стандартов и форматов в BIM, набирает обороты, поскольку способствует совместимости и сотрудничеству между различными программными платформами. Открытые стандарты BIM обеспечивают беспрепятственное взаимодействие различных программных платформ. Благодаря соблюдению этих стандартов все проектные группы, от архитекторов до управляющих объектами, могут обмениваться согласованной и точной информацией. Это облегчает адаптацию и экономит время, поскольку технологии продолжают развиваться.

5) Интеграция BIM – технологий с искусственным интеллектом (ИИ).

Инструменты на базе искусственного интеллекта могут анализировать модели BIM, чтобы выявлять потенциальные противоречия, оптимизировать проекты и прогнозировать результаты строительства. Такая интеграция уменьшает количество ошибок и позволяет командам сосредоточиться на задачах более высокого уровня.

6) Развитие смешанной реальности (MR) и виртуальной реальности (VR)

Технологии MR и VR меняют способ взаимодействия с моделями BIM. Погружая пользователей в среду виртуальной или дополненной реальности, эти технологии обеспечивают более наглядное понимание у заинтересованных сторон и способствуют более эффективному принятию решений.

7) Применение блокчейн-технологий в строительстве.

Блокчейн совершает революцию в строительстве, создавая надёжный и прозрачный журнал данных о проекте. Эта технология не только обеспечивает безопасность данных, но и становится комплексной системой для отслеживания расхода материалов, проверки соответствия требованиям устойчивого развития и обеспечения качественной подотчётности. Она позволяет создавать защищённые от несанкционированного доступа электронные «паспорта» для строительных компонентов, отслеживать поставку и утилизацию материалов, объединяться с IoT-устройствами для получения информации о производительности в режиме реального времени, а также обеспечивает прозрачность и ясность данных о влиянии объекта на окружающую среду.

8) Сборное и модульное строительство.

Модульное проектирование с использованием технологий информационного моделирования позволяет производить элементы инженерных систем в контролируемых условиях. Используя их на месте, специалисты видят, как точно они подходят к другим компонентам, избавляя их от необходимости в переделках и доработках в последнюю минуту. Сборные конструкции ускоряют рабочий процесс, сокращают объём отходов материалов и повышают качество строительства. Независимо от того, собираете ли вы целые этажи, шахты или ванные комнаты, они экономят время и деньги [11].

9) Развитие облачных платформ BIM.

Облачные платформы обеспечивают повышенную доступность и совместную работу в режиме реального времени, позволяя проектным группам беспрепятственно работать из любого места. Эта тенденция позволяет географически рассредоточенным командам и заинтересованным сторонам легко вносить вклад и получать доступ к информации о проекте, способствуя более эффективному принятию решений на протяжении всего жизненного цикла проекта.

СПИСОК ИСТОЧНИКОВ ЛИТЕРАТУРЫ ПО ТЕМЕ 1 «BIM-ТЕХНОЛОГИИ»:

1. BIM Стандарт 2.0 Инфраструктура [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://infrabim.csd.ru/upload/news/bim-standart-promyshlennye-obiekty.pdf>. – Дата доступа: 12.05.2025.
2. Кирколуп, Е. Р. Информационное моделирование объектов строительства [Электронное издание] : практикум / Е. Р. Кирколуп ; Алт. гос. техн. ун-т им. И. И. Ползунова.). – Барнаул : Изд-во АлтГТУ, 2020. – Режим доступа: http://elib.altstu.ru/uploads/open_mat/2020/Kirkolup_InfModObjStr_LP_ump.pdf
3. BIM Стандарт 1.0 Промышленные объекты [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://infrabim.csd.ru/upload/news/bim-standart-promyshlennye-obiekty.pdf>. – Дата доступа: 07.05.2025.
4. Размеры BIM на практике: от 3D до 10D [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://www.3dfindit.com/ru/engiclopedia/bim-dimensions>. – Дата доступа: 07.05.2025.
5. World of BIM Dimensions (3D, 4D, 5D, 6D, 7D, 8D, 9D, 10D) [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://www.harmony-at.com/en/blog/bim-dimensions>. – Дата доступа: 07.05.2025.
6. BIM Стандарт 2.0 Площадные объекты [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://infrabim.csd.ru/upload/news/bim-standart-ploshchadnye-obiekty.pdf>. – Дата доступа: 05.05.2025.
7. Топ-12 программ для BIM-проектирования [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://interior-design-programs.ru/programmy-dlya-bim-proektirovaniya.php> – Дата доступа: 06.05.2025.
8. Особенности, преимущества и недостатки BIM в проектировании и строительстве | BIM Global - Моделирование в AVEVA, REVIT. Разработка ПО и обучение [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://bim-global.ru/osobennosti-preimushhestva-i-nedostatki-bim-v-proektirovanii-i-stroitelstve/> – Дата доступа: 06.05.2025.
9. Ванюк, С. А. Преимущества и недостатки проектирования с использованием BIM / С. А. Ванюк ; науч. рук. А. И. Згировский // Современные методы расчетов и обследований железобетонных и каменных конструкций [Электронный ресурс] : материалы 76-й студенческой научно-технической конференции, 23 мая 2020 г. / редкол.: В. Ф. Зверев, А. А. Хотько, С. М. Коледа. – Минск : БНТУ, 2020. – С. 15-18.
10. Мысовских Д.А., Овчинников И.Г. Building information modeling в строительстве. Опыт использования. Проблемы внедрения // Вестник Евразийской науки, 2021 №2, <https://esj.today/PDF/17SAVN221.pdf> file:///C:/Users/Администратор/Downloads/17SAVN221.pdf
11. Тенденции развития BIM-технологий в 2025 году [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://pro-tim.ru/blog/top-9-trendov-bim-v-2025-godu/#tag6>. – Дата доступа: 05.05.2025.

Тема 2 AUTODESK REVIT: ОСНОВНЫЕ ПОНЯТИЯ И ОПРЕДЕЛЕНИЯ, ИНТЕРФЕЙС

#ТеоретическийРаздел

1. Основные понятия и определения, используемые в программе Autodesk Revit (Шаблоны. Семейства. Параметры проекта).
2. Интерфейс Autodesk Revit (Стартовый экран. Диспетчер видов. Виды модели. Лента. Панель быстрого доступа. Переопределение графики. Палитра свойств. Инструменты навигации. Управление видовыми окнами. Панель навигации и видовой куб. Выделение объектов).
3. Обзор автоматизации в Autodesk Revit (Плагины. Визуальное программирование).

1. Основные понятия и определения, используемые в программе Autodesk Revit (Шаблоны. Семейства. Параметры проекта).

- **Проект Revit** – файл программы, включающий в себя плоскостные и трехмерные виды, листы и спецификации – по сути, проект в Revit представляет собой целый комплект или даже несколько комплектов чертежей, получаемых на основе трехмерной BIM-модели и информации, извлекаемой из нее (рис. 2.1). Файлы проектов имеют расширение ***.rvt**.

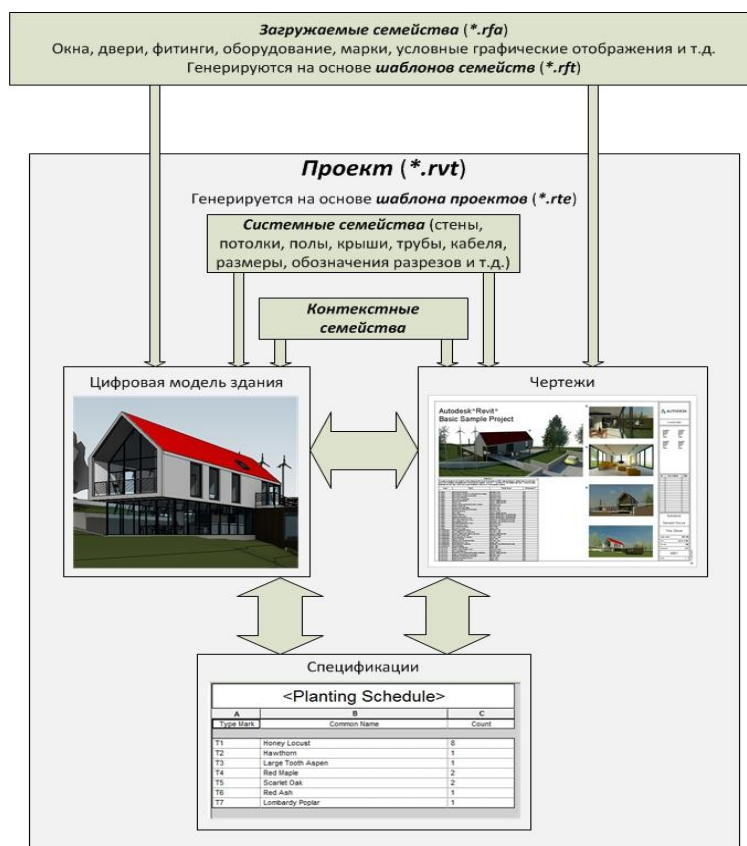


Рис. 2.1 Проект в Revit

- **Шаблоны:** предварительно подготовленные и настроенные файлы, используемые для создания новых проектов и семейств.

- **Шаблоны семейств:** шаблоны, содержащие необходимые исходные данные и настройки для создания новых загружаемых семейств определенных категорий.
- **Шаблоны проектов:** шаблоны, содержащие необходимые исходные данные и настройки для создания новых проектов определенных разделов с определенным составом проектной документации. По умолчанию, в Revit представлено несколько преднастроенных шаблонов для различных направления проектирования (рис. 2.2).

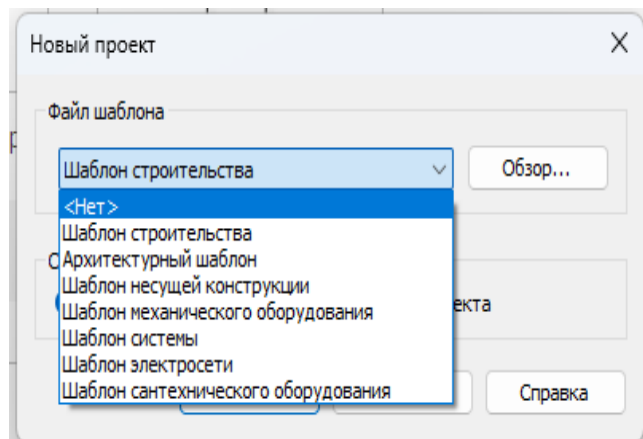


Рис. 2.2 Преднастроенные шаблоны Revit

Важно помнить, что при разработке новых элементов и загрузке их во вновь создаваемый на основе шаблона проект – сам шаблон не изменится. Для того, чтобы вновь разработанные элементы попали в шаблон и, соответственно, в последующие проекты, они должны быть и загружены непосредственно в шаблон (в дополнение к текущему проекту).

- **Категория:** группа элементов, используемых для моделирования объекта строительства: окна, двери, стены, перекрытия и др. В зависимости от использования, категории делятся на (рис. 2.3):
 - категории моделей;
 - категории видов;
 - категории аннотаций.

Обладают индивидуальным набором свойств и параметров, а также правил поведения и взаимодействия. Категории не могут создаваться и редактироваться пользователями.

Элементы модели	Виды	Оформление(Аннотации)
3D элементы здания	Способы просмотра и взаимодействия в Revit	2D компоненты, которые видимы только на определенном виде
• Стены • Перекрытия • Крыши • Колонны • Окна • Двери • Лестницы и т.д.	• Планы • Разрезы • Фасады • 3d виды • Легенды • Чертежные виды • Спецификации	• Текстовые примечания • Размеры • Обозначения видов • Марки • Компоненты узлов • Линии детализации

Рис. 2.3 Классификация категорий Revit в зависимости от использования

- **Семейства:** группа схожих элементов, которая характеризуется общим набором свойств и связанных с ними графических представлений.
- **Системные семейства:** создаются и редактируются в диалоговом режиме с жесткими системными ограничениями. Хранятся только внутри файлов проектов, шаблонов и семейств. Редактирование таких семейств происходит при помощи изменения параметров типа и сохранения полученных типоразмеров. Вследствие этому, их редактирование ограничено существующими параметрами и геометрическими свойствами инструментов. Примерами системных семейств могут быть такие элементы, как планы этажей, разрезы, спецификации, оси, кабельные лотки, воздуховоды, трубы. При этом, соединительные элементы для кабельных лотков и коробов, воздуховодов и труб являются загружаемыми семействами, к системным относятся только линейные сегменты.
- **Загружаемые семейства:** создаются и редактируются при помощи встроенного редактора путем комбинации элементов геометрии, зависимостей и параметров. Могут храниться как внутри файлов проектов, шаблонов и семейств, так и в виде отдельных файлов в формате.rfa. К таким семейства 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.
- **Контекстные семейства:** создаются и редактируются по месту внутри проекта при помощи редактора семейств путем комбинации элементов геометрии, зависимостей и параметров с возможностями установки геометрических зависимостей с элементами проекта. Контекстные семейства в Revit 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.
- **Вложенные семейства:** загружаемые семейства, которые используются внутри других семейств с возможностью установки зависимостей, но без учета в спецификациях.
- **Общие семейства:** вложенные семейства с возможностью учета в таблицах и спецификациях.
- **Редактор семейств:** особое рабочее окружение Revit, содержащее только инструменты, необходимые для построения семейств.
- **Типы:** элементы семейств, отличающиеся между собой значением свойств, т.е. параметров.
- **Элементы:** конечные экземпляры данных, используемые в проектах с индивидуальными свойствами и параметрами по расположению и отношению к тем или иным данным.
- **Каталог типов:** последовательный набор данных типов загружаемых семейств в формате .txt с идентичным наименованием файлов. Данные каталоги позволяют при загрузке семейства с большим количеством типов выбрать для загрузки только необходимые.

- **Рабочие наборы:** совокупность элементов модели, семейств, видов и настроек с возможностью назначения владельца и заемщика для процессов коллективной работы:
 - **Владелец:** пользователь с правами редактирования элементов модели и рабочих наборов;
 - **Заемщик:** пользователь с временными правами на редактирование элементов рабочих наборов.
- **Файл хранилища (центральный файл):** файл проекта, содержащий рабочие наборы и хранящийся в сетевой папке, доступной всем участникам проекта.
- **Локальный файл:** копия файла хранилища, полученная в результате его открытия и «сохранения как...» в папку, находящуюся на конкретном рабочем месте. Локальный файл также может быть создан пользователем при открытии файла хранилища с указанием «Создать новый локальный». При этом файл будет создан в месте, указанном в Параметрах, в «Пути по умолчанию для пользовательских файлов». Изменения в локальном файле синхронизируются с файлом хранилища.
- **Параметр:** свойство элемента Revit, которое может быть создано в процессе создания семейства в редакторе семейств, а также может быть создано и назначено в самом проекте. Параметр позволяет менять элемент без необходимости его редактирования в редакторе семейств.
- **Параметр проекта:** параметр, который создается в проекте и может быть назначен любой категории элементов. Его можно включить в спецификации, но нельзя отобразить в марках (рис. 2.4).

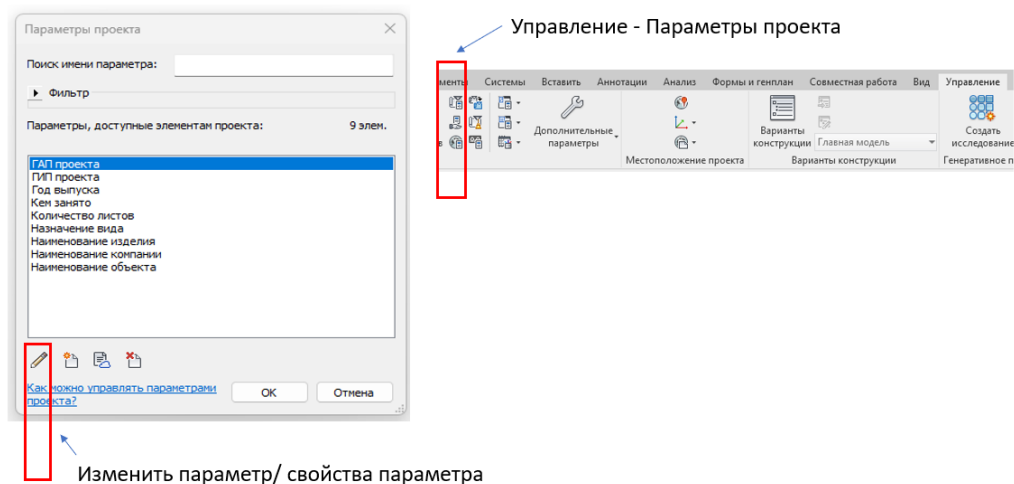


Рис. 2.4 Вкладка «Параметры проекта»

- **Общий параметр:** параметр, который может быть отображен в спецификациях и марках, его можно использовать в разных проектах. Для создания общего параметра необходимо указать файл общих параметров, в котором он будет храниться. Если такого файла нет, он должен быть создан в процессе разработки проекта.
- **Файл общих параметров (ФОП):** файл формата .txt, имеющий определенную структуру и содержащий определения общих параметров.

- **Вид:** элемент отображения данных модели в различных проекциях, сечениях и представлениях, а также управления ими. Виды могут быть графическими (планы, разрезы и др.) и текстовыми (спецификации и др.).
- **Диспетчер проекта:** элемент управления Revit, содержащий иерархическую структуру всех видов, спецификаций, листов, семейств и групп (рис. 2.5).

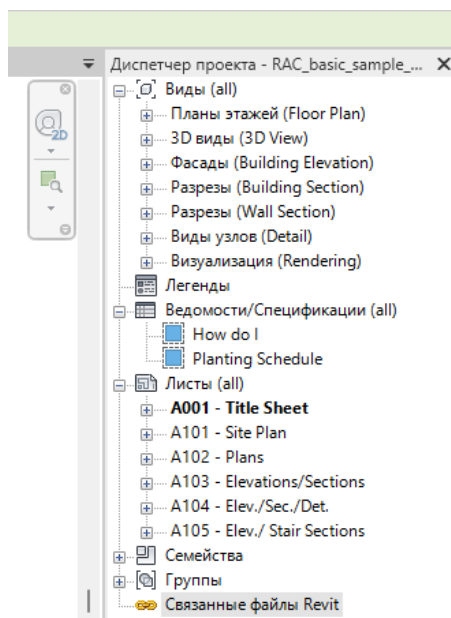


Рис. 2.5 Диспетчер проекта

- **Базовый файл:** файл проекта, содержащий определение абсолютных и относительных координат проекта, а также направление истинного севера. Для каждого проекта существует только один базовый файл, и его основная роль – пространственная координация всех разделов BIM-модели.
- **Разбивочный файл:** файл проекта, содержащий координационные оси и уровни. Его необходимо загрузить в качестве ссылки во все файлы проекта по разделам и в них, средствами копирования/мониторинга, создать оси и уровни. Таким образом будет возможно централизованно управлять положением координационных осей и уровней во всех файлах проекта.
- **Общие координаты:** абсолютные и относительные координаты проекта, которые путем базового файла передаются всем разделам BIM-модели с целью пространственной координации.
- **Оси сетки:** плоскостные элементы разбивки BIM-модели в горизонтальных направлениях.
- **Уровни:** основные плоскостные элементы разбивки BIM-модели в вертикальных направлениях (по этажам и ключевым отметкам) [1].

2. Интерфейс Autodesk Revit 2023 (Стартовый экран. Панель быстрого доступа. Лента. Диспетчер видов. Переопределение графики. Палитра свойств. Инструменты навигации. Управление видовыми окнами. Панель навигации и видовой куб. Выделение объектов).

Стартовый экран программы (рис.2.6), открывающийся после запуска Autodesk Revit, разделен на две функциональные зоны, одна – отвечает за работу с проектами (моделями), а другая – за работу с семействами.

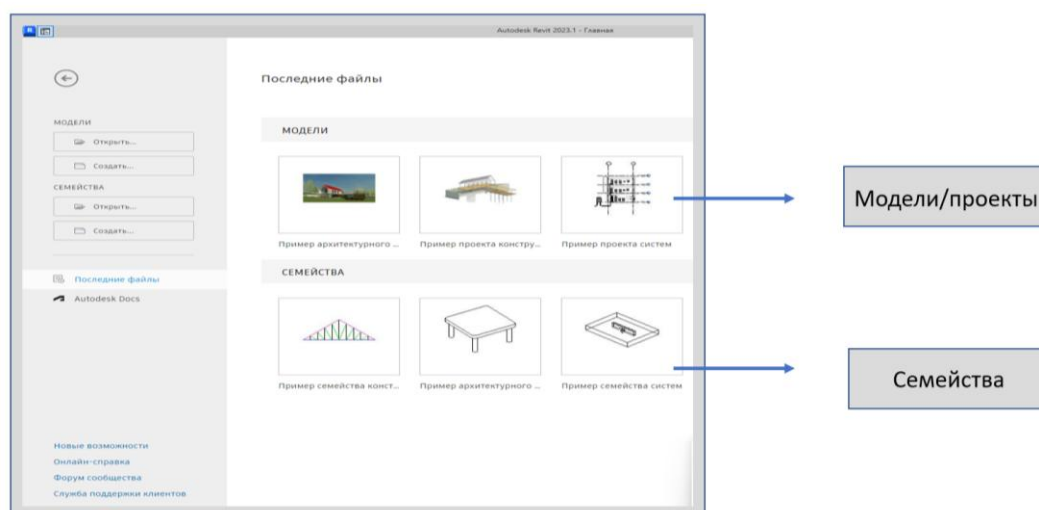


Рис. 2.6 Стартовый экран программы Autodesk Revit 2023

При выборе команды **Создать (модели)** появится дополнительное окно (рис. 2.6), в котором необходимо выбрать тип (Проект или Шаблон проекта).

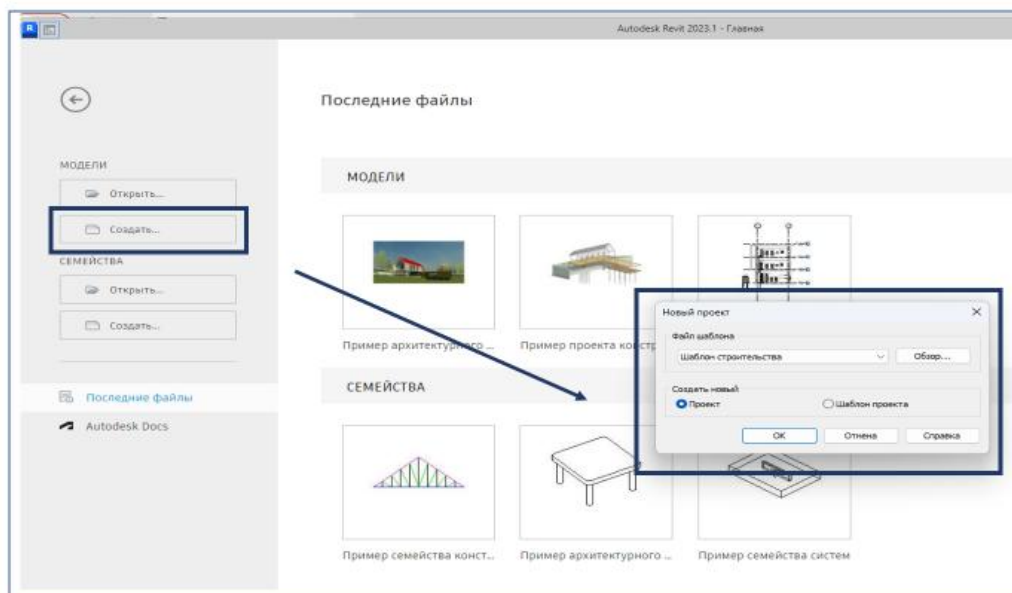


Рис. 2.7 Диалоговое окно «Новый проект»

При любом из вариантов можно выбрать тип шаблона (рис. 2.8), какой будет использоваться в качестве основы: шаблон строительства, архитектурный шаблон, несущей конструкции, шаблон механического оборудования, шаблон системы, шаблон электросети, шаблон сантехнического оборудования.

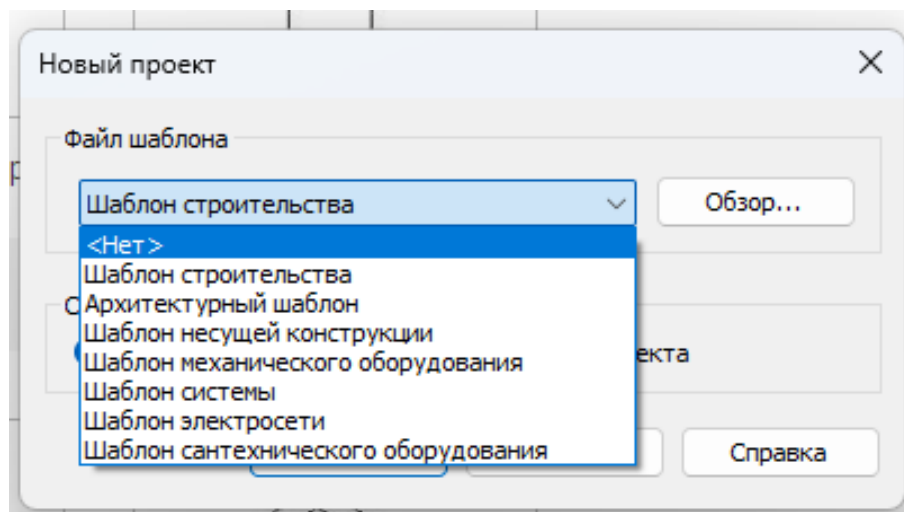


Рис. 2.8 Выбор типа шаблона

После загрузки шаблона мы видим рабочее окно программы (рис.2.9).

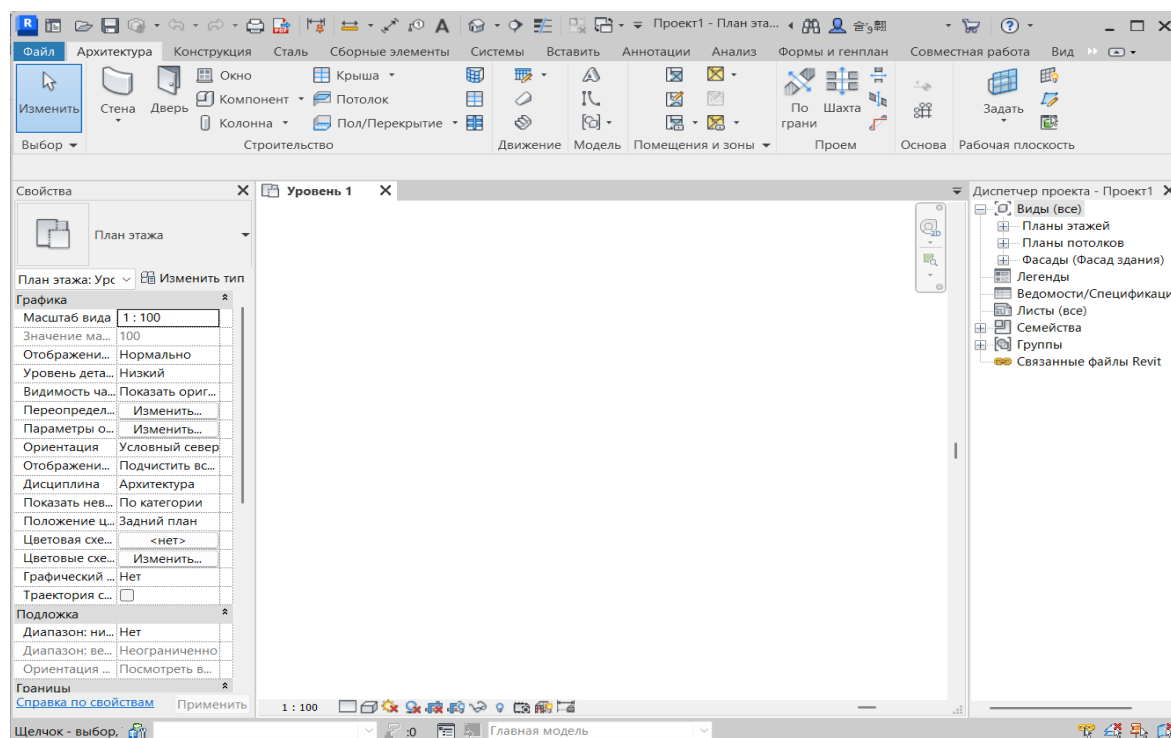


Рис. 2.9 Рабочее окно программы Autodesk Revit

И прежде, чем начинать знакомится с интерфейсом Autodesk Revit, давайте *сохраним наш проект*.

Открываем вкладку **Файл** и здесь мы видим следующие команды:

- 1) **Создать** (необходимо нажимать на стрелку, раскрывать список и выбирать, что именно следует создать).
- 2) **Открыть** (аналогично предыдущей команде).
- 3) **Сохранить** (это «быстрое сохранение», позволяющее автоматически сохранить текущий открытый файл в то же самое место под тем же названием).
- 4) **Сохранить как** (следует нажимать на стрелку, раскрывать список и выбирать, куда, в каком формате и под каким именем сохранить файл).

- 5) **Экспорт** (следует раскрывать список, раскрывать список, и выбирать, в какой формат, с какими настройками, куда и под каким именем экспортировать файл).
- 6) **Печать** (подготовка и отправка документов на печать).
- 7) **Заккрыть** (закрывает текущий открытый файл, не закрывая программу).
- 8) **Кнопка параметры** (позволяет осуществить базовую настройку программы, например, задать периодичность авто сохранения, настроить цветовую гамму рабочего пространства программы и т.д., чаще всего, настраивается заранее)

Выбираем команду **Сохранить как – Проект** - Задаем имя файла и выбираем, где он будет сохранен на вашем компьютере.

Однако, при сохранении файла по умолчанию Autodesk Revit создает **20 резервных копий**, который называются *бэкапы*. Они хранятся в папке, где сохранен основной файл проекта. Если вы не хотите засорять папку большим количеством резервных копий, то вы можете ограничить их количество (рис. 2.10), для этого при *первом* сохранении проекта выберите **Параметры - Макс. кол-во резервных копий – пишем 2 - нажимаем ОК – сохраняем проект**. И когда мы перейдем в папку, в которой сохранили проект, то увидим основной файл проекта и резервную копию, где в конце файла прописан порядковый номер резервной копии.

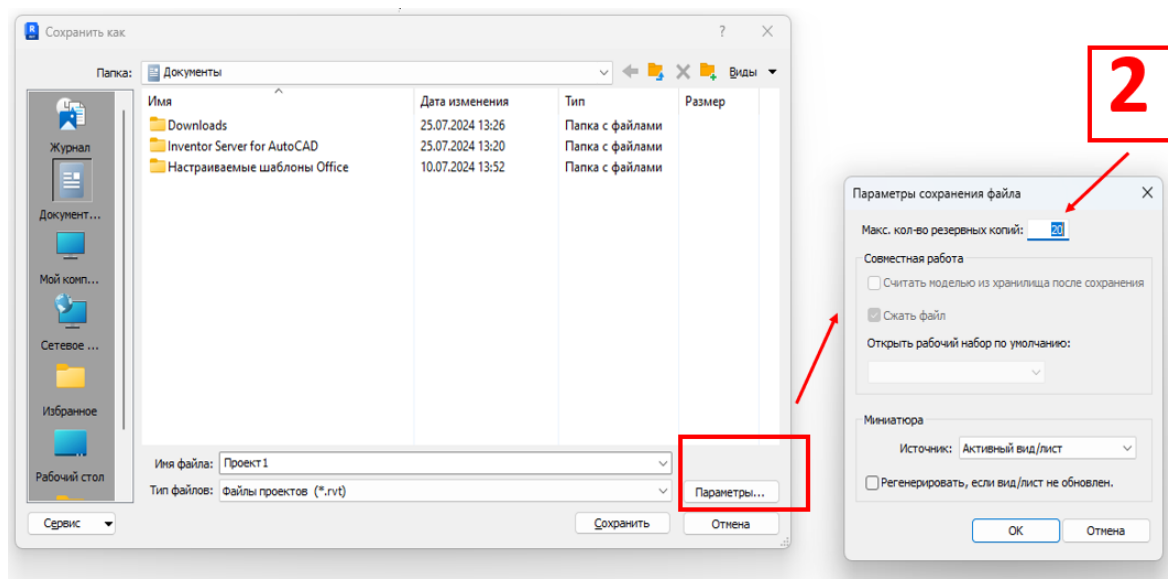
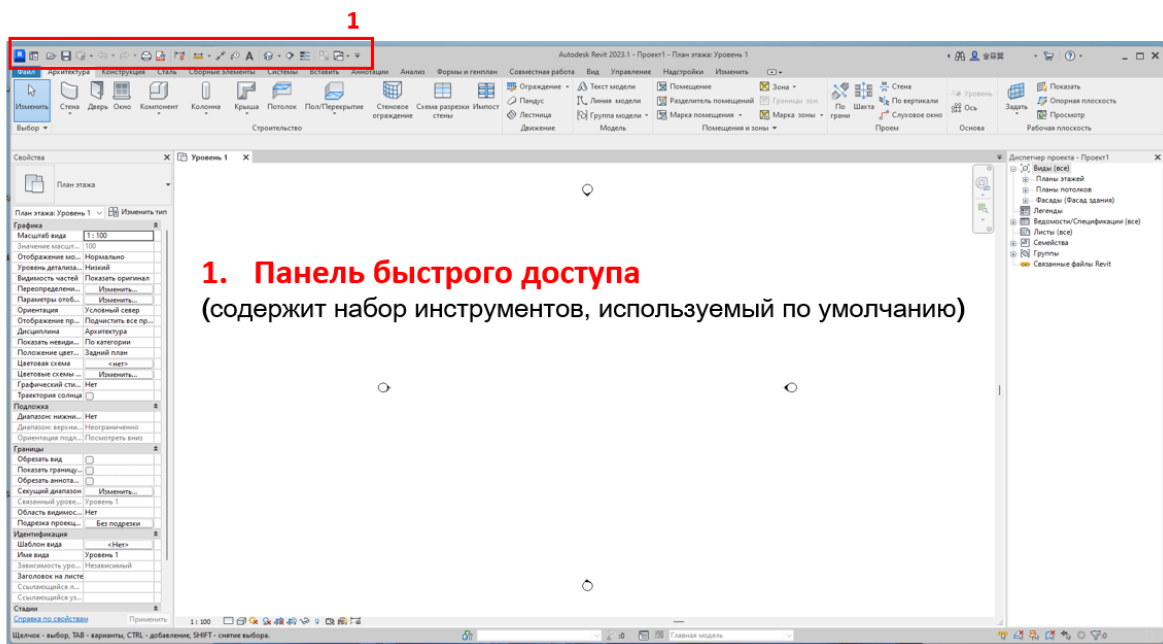


Рис. 2.10 Выбор количества резервных копий проекта

Перейдем к интерфейсу Autodesk Revit 2023:

«1. ПАНЕЛЬ БЫСТРОГО ДОСТУПА»

Панель "Быстрый доступ" (рис. 2.11) содержит набор инструментов, часто используемые и базовые команды программы (рис. 2.12), такие как Открыть, Быстрое сохранение, Текст, Разрез и т.д. Можно адаптировать эту панель, чтобы на ней отображались наиболее часто используемые вами инструменты.



1. Панель быстрого доступа
(содержит набор инструментов, используемый по умолчанию)

Рис. 2.11 Панель быстрого доступа

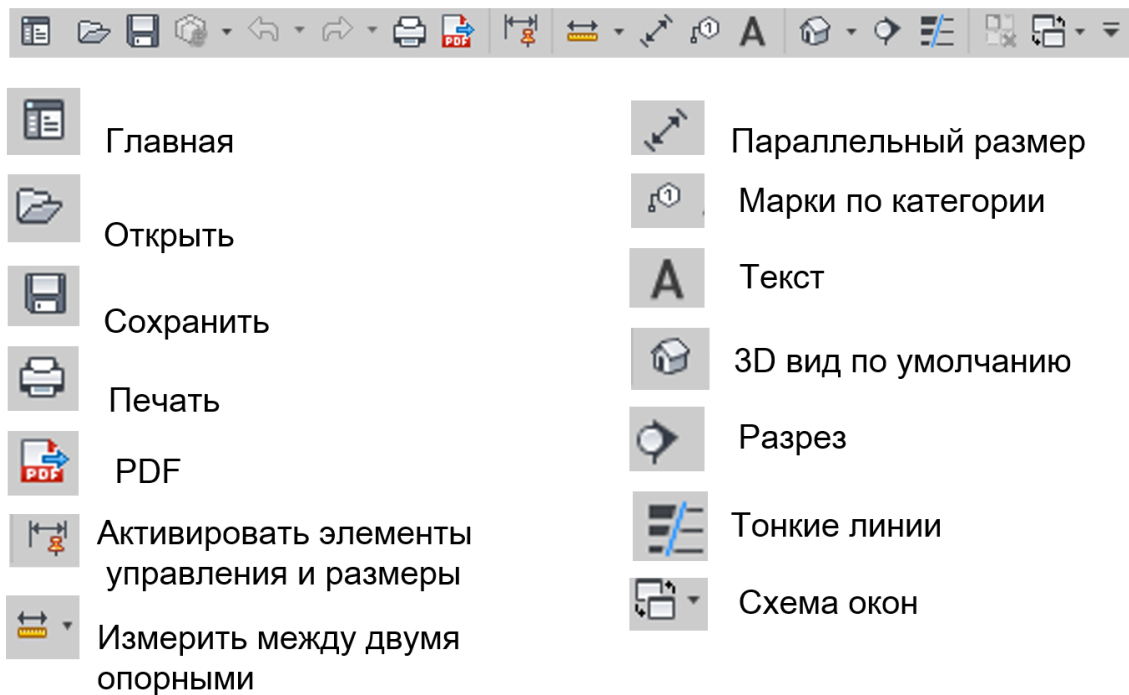
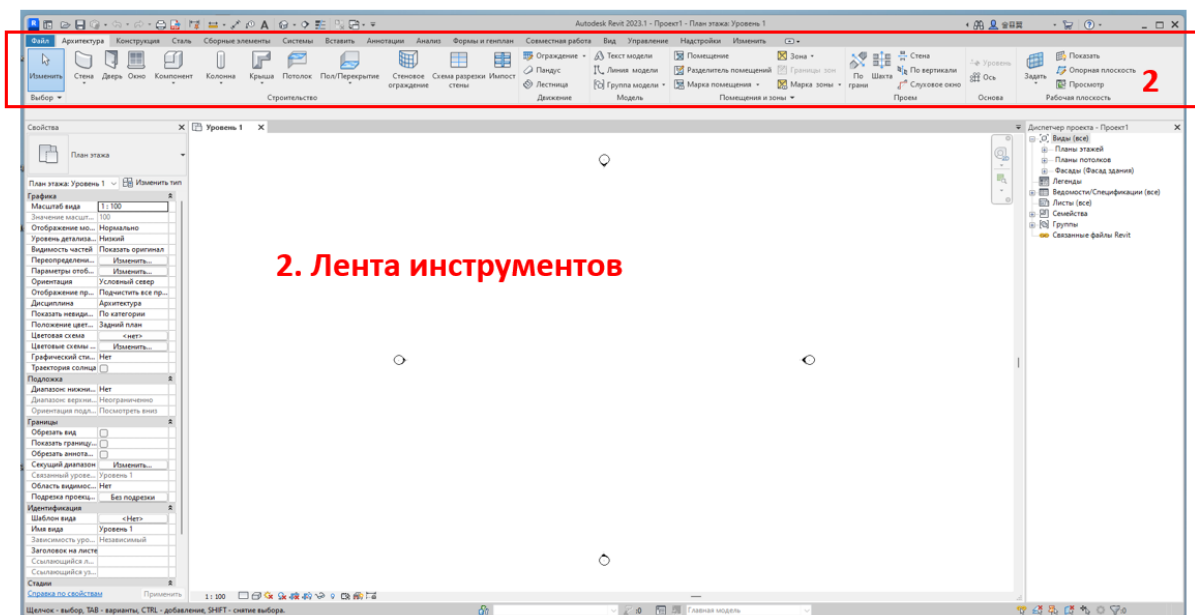


Рис. 2.12 Базовые команды «Панели быстрый доступ»

«2. ЛЕНТА»

Лента инструментов (рис. 2.13), содержит все основные инструменты программы необходимые для создания проекта или семейства. Данные инструменты сгруппированы по назначению в соответствующих вкладках и разделах внутри вкладок.



2. Лента инструментов

Рис. 2.13 Лента инструментов

Рассмотрим основные вкладки Ленты инструментов (рис. 2.14):

На вкладках **Архитектура**, **Конструкции**, **Сталь**, **Сборные элементы**, **Системы** находятся инструменты, позволяющие размещать элементы в области проектирования: стена, дверь, пол, потолок, лестница, фундамент и т.д.

На вкладке **Конструкции** находятся все несущие элементы, которые находятся в нашем проекте.

Во вкладке **Системы** у нас находятся воздуховоды, воздухораспределители, сантехническое оборудование.

Вкладка **Вставить** отвечает за экспорт наших уже существующих файлов, либо за импорт тех файлов, которые мы переносим в Revit.

Далее переходим во вкладку **Аннотация** и здесь мы видим, что есть все необходимые элементы для внесения информации в наш проект, а именно размеры и высотные отметки, текст и прочие инструменты, которыми мы заполняем нашу модель.

Вкладка **Анализ** отвечает за расчеты наших конструкций, а вкладка **Формы и Генплан** за создание нестандартных форм.

Вкладка **Совместная работа** отвечает за работу нескольких сотрудников в одном файле.

Вкладка **Вид** отвечает за создание всех необходимых нам видов. Это могут быть и 3D виды и фасады, перспективы, спецификации и прочие элементы.

Вкладка **Управление** отвечает за настройки внутри нашего проекта.

Вкладка **Изменить** она отвечает за манипуляции уже с созданными инструментами, если, например мы построили стену и ее нужно переместить или изменить, то именно вкладка **Изменить** будет отвечать за эту функцию.

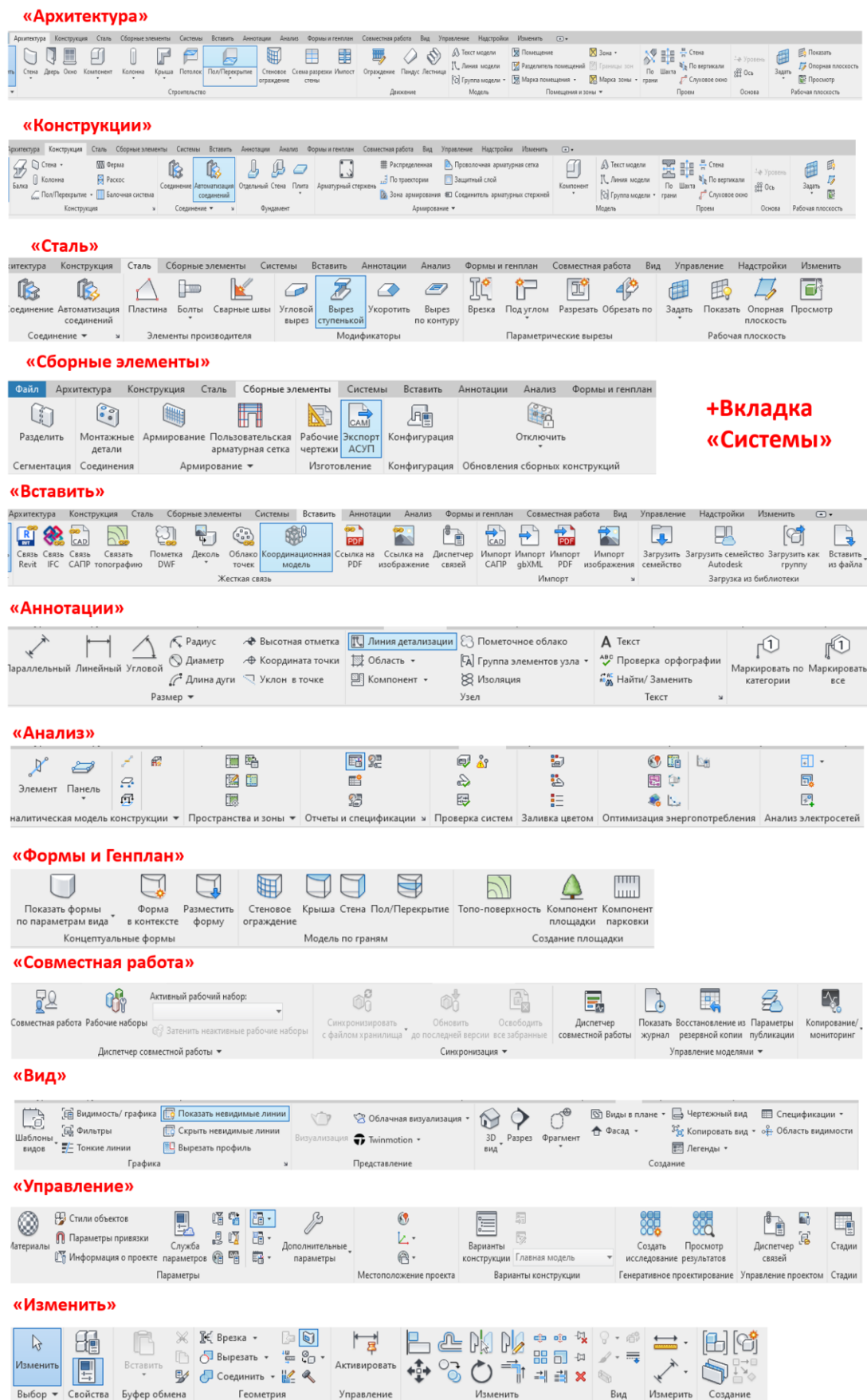


Рис. 2.14 Основные вкладки Ленты инструментов

При нажатии двойным щелчком в свободном поле на панели «Лента» можно поменять ее отображение на панели. Для того, чтобы вернуть обратно удобный ленточный интерфейс достаточно повторить двойной щелчок на свободном поле или слове. Ниже приведены 4 варианта отображения ленточного интерфейса (рис. 2.15).

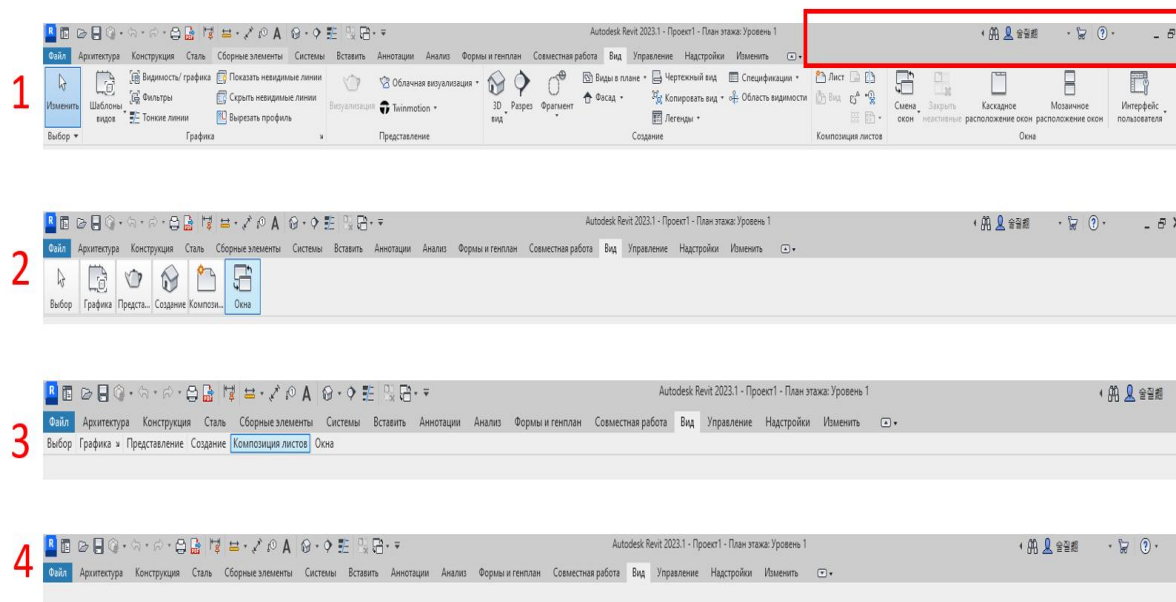


Рис. 2.15 Отображение ленточного интерфейса

«3. ДИСПЕТЧЕР ПРОЕКТА»

Диспетчер проекта (рис. 2.16) представляет собой удобный инструмент для управления всеми компонентами проекта, организованными в виде структурированного иерархического дерева. В нем отображаются все ключевые элементы: виды, спецификации, листы, семейства, группы и связи проекта.

Через него можно работать с различными типами элементов: планами, 3D-видами, фасадами, разрезами, узлами и спецификациями, что делает его незаменимым инструментом для эффективного управления проектом.

Иерархическая структура позволяет легко управлять содержимым проекта. С помощью кнопок «+» и «-» пользователь может расширять или сворачивать категории для доступа к вложенным элементам. Для быстрого открытия любого элемента достаточно дважды щелкнуть по нему левой кнопкой мыши.

Функциональные возможности диспетчера включают:

- Добавление новых элементов (видов, листов, спецификаций)
- Сортировка элементов по различным критериям
- Копирование существующих компонентов
- Переименование элементов
- Управление типоразмерами семейств и др.

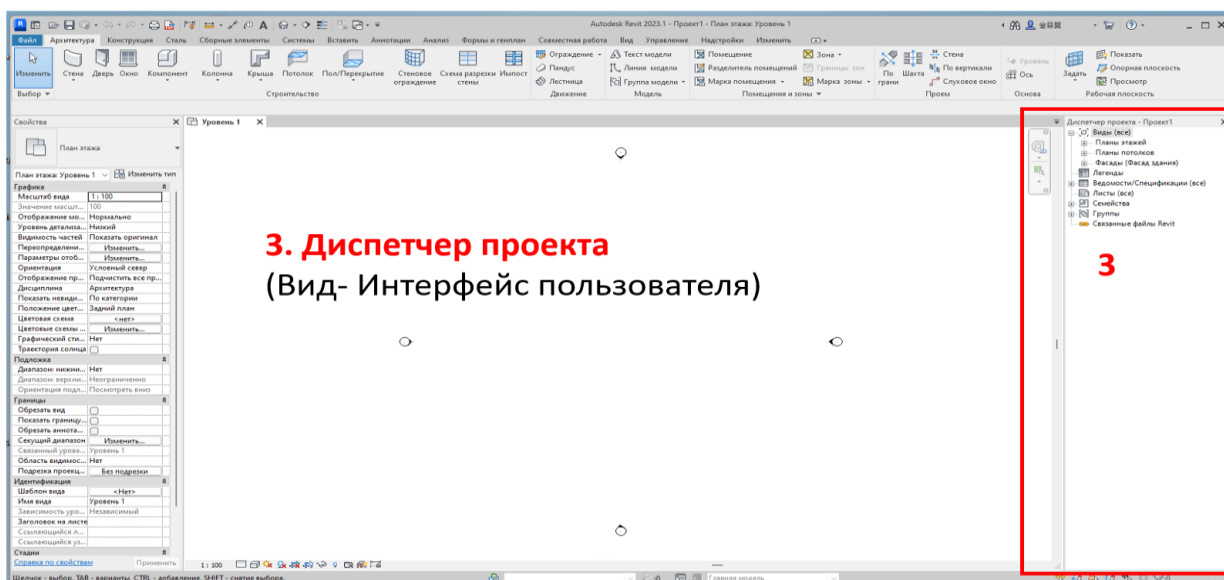


Рис. 2.16 Диспетчер проекта

«4. ПАНЕЛЬ СВОЙСТВА»

Панель Свойства является диалоговым окном, в котором можно просматривать и изменять параметры, определяющие свойства элементов (рис. 2.17).

Открыть панель Свойства можно несколькими способами:

- Вкладка «Изменить» панель «Свойства» («Свойства»).
- Вкладка «Вид» панель «Интерфейс пользователя» «Свойства».
- Щелкните правой кнопкой мыши в области проектирования, и выберите пункт «Свойства».
- Нажмите сочетание Ctrl+1 на клавиатуре.

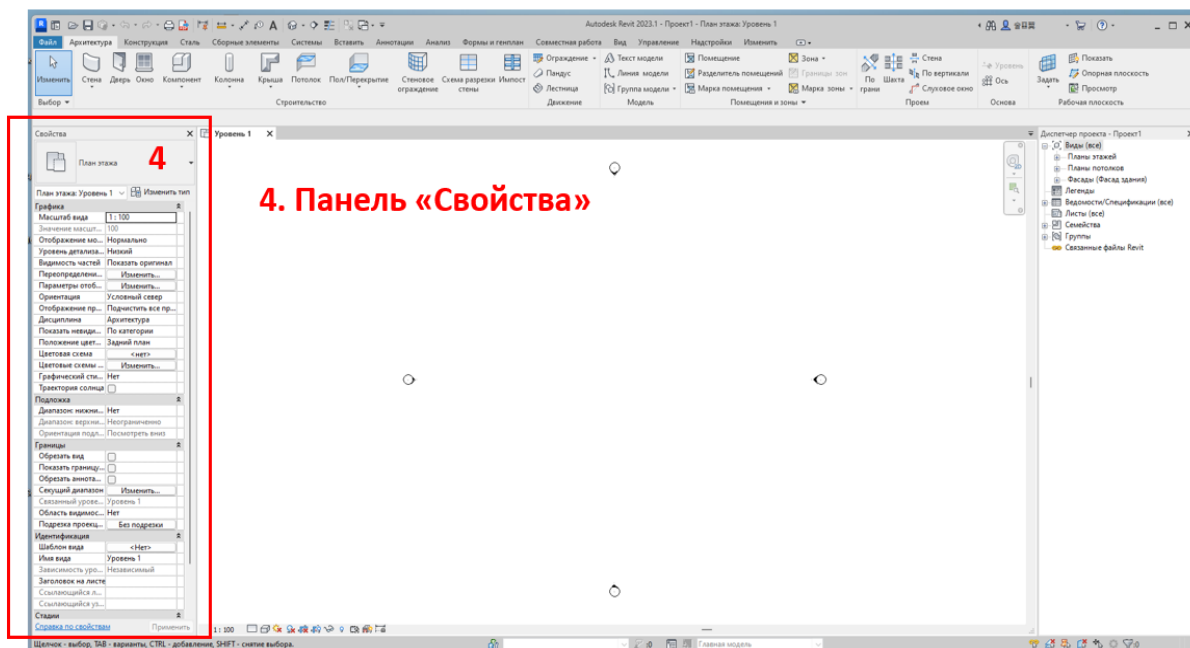


Рис. 2.17 Панель «Свойства»

Панель Свойства – это незакрепленное окно, которое может оставаться открытым все время, пока происходит работа с моделью, может располагаться в любом месте экрана, а также перемещаться на второй монитор. При выборе элемента в области проектирования на панели свойств отображаются свойства данного элемента (рис. 2.18) [2].

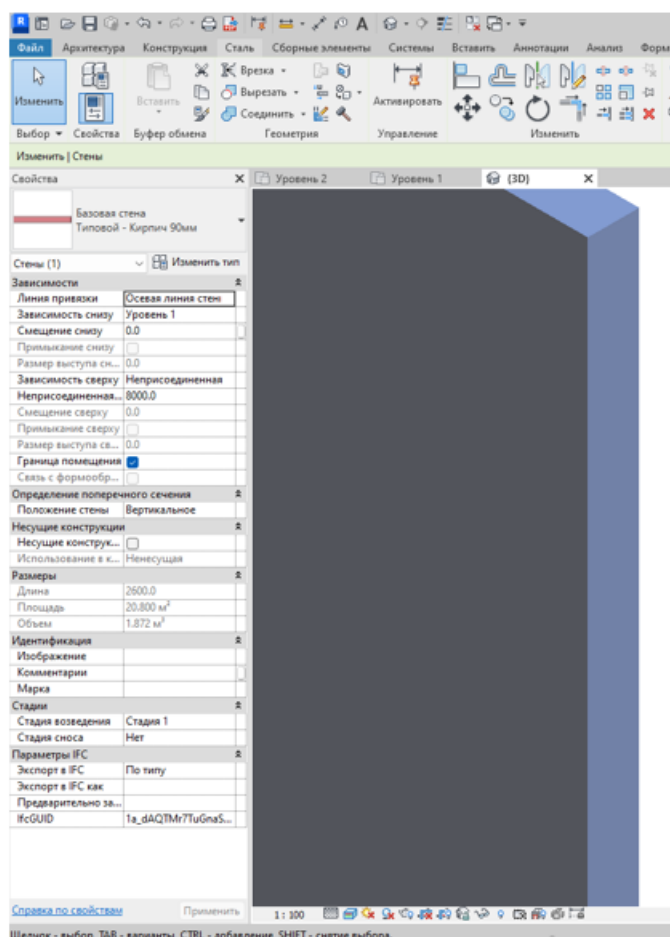


Рис. 2.18 Свойства элемента

«5. ПАНЕЛЬ НАВИГАЦИИ»

Панель навигации в правой части области рисования и Видовой куб на 3D-видах (рис. 2.19) предоставляют альтернативные способы навигации по виду.

Открыть панель навигации можно со вкладки **Вид – Интерфейс пользователя – Панель навигации и ViewCube**. Инструменты панели навигации позволяют просматривать модели под разными углами. Возможно мгновенно увеличивать масштаб, чтобы детально рассмотреть отдельные элементы модели, вращаться вокруг неё, чтобы увидеть её с разных точек, и перемещаться по её поверхности.

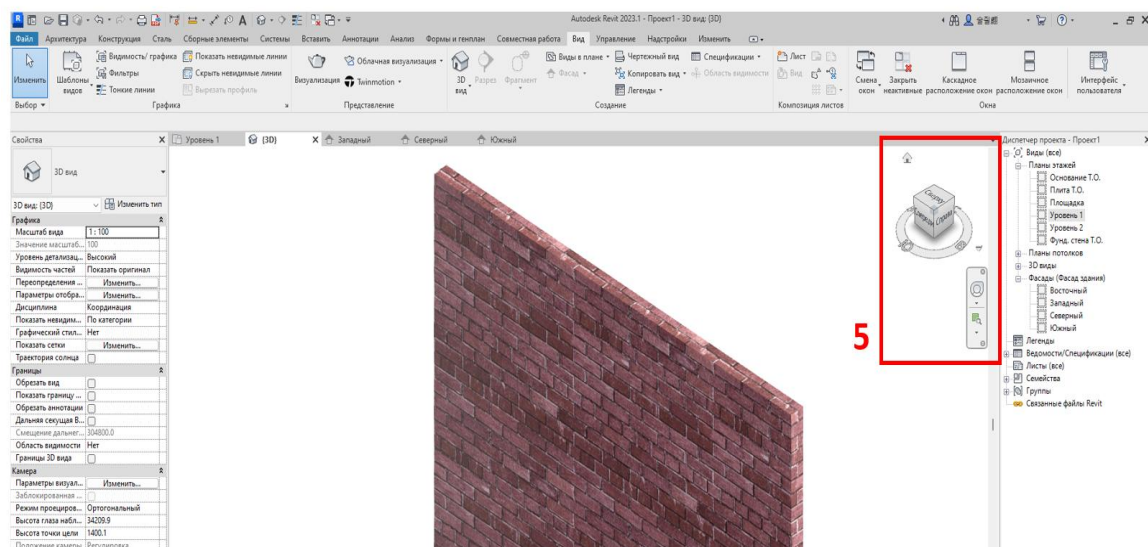


Рис.2.19 Панель навигации и Видовой куб

Когда открыт и активирован любой из трёхмерных видов, в правом верхнем углу области рисования располагается **Видовой куб с компасом** (рис.2.20).

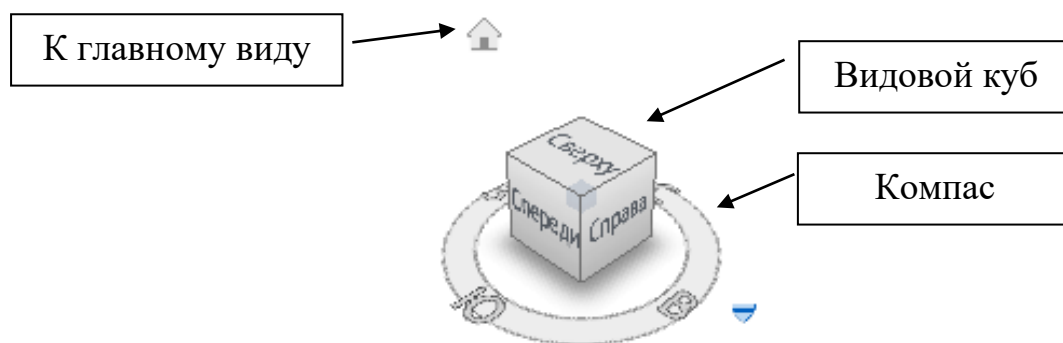


Рис. 2.20. Видовой куб и компас

Этот элемент предназначен для поворота трёхмерной модели на любой угол. Прижатием и перетаскиванием кнопки мыши и на любом месте куба вы можете вращать модель по орбите. Если выбрать и щёлкнуть левой клавишей мыши любую грань, ребро или угол куба, то он повернётся к пользователю выбранным элементом, а вместе с ним повернётся и модель.

Точка вращения – либо геометрический центр модели, либо геометрический центр выбранного элемента модели. Компас организован таким же образом, с той лишь разницей, что вид будет вращаться вокруг оси, вертикальной уровням.

Ниже видового куба расположена панель навигации (рис. 2.21), которая содержит кнопку **Штурвал** и кнопку **Панорамирование**. В отличие от видового куба, панель навигации появляется и на трёхмерных, и на двумерных видах. Меняется лишь её состав.

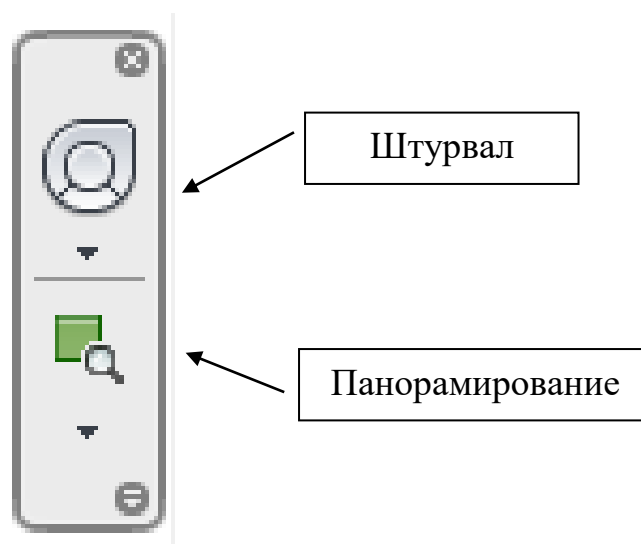


Рис. 2.21. Панель навигации

Если видовой куб и компас предоставляют только возможность поворота модели, то с помощью штурвала можно производить любую навигацию по модели от поворота и масштабирования, до «хождения» по модели и вокруг неё. На рисунке 2.22 изображен **Суперштурвал**, который вызывается с панели навигации по умолчанию. Что бы воспользоваться навигацией, необходимо зажать на штурвале требуемую команду и выполнять требуемое действие, не отпуская клавишу мыши. Завершение операции происходит в момент, когда пользователь прекращает удерживать кнопку мыши [3].



Рис. 2.22. Суперштурвал

Суперштурвал предоставляет самый полный список возможностей навигации. Существуют различные варианты **штурвалов** узкого назначения, в том числе **штурвал для 2D-видов**. Список таких штурвалов доступен по нажатию кнопки со стрелкой, расположенной под кнопкой **Штурвал** (рис. 2.23).

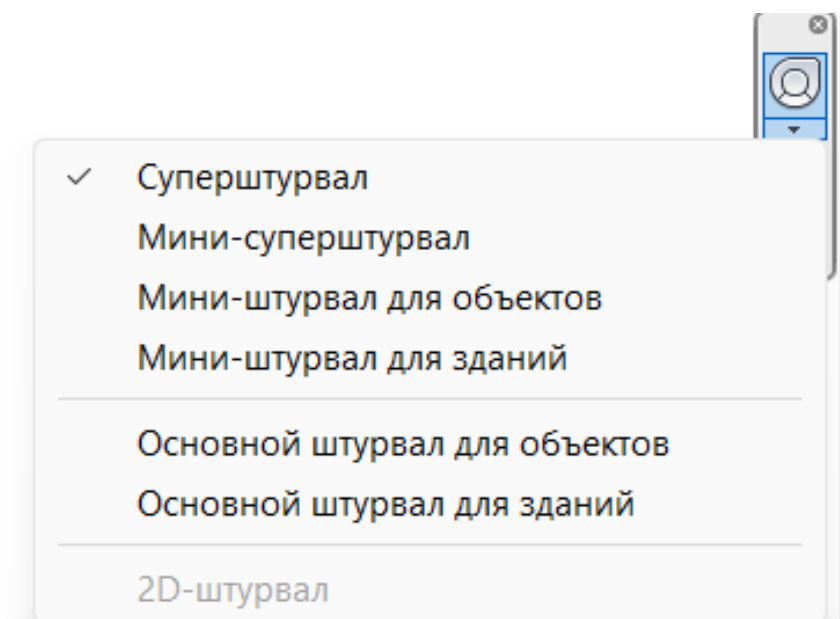


Рис.2.23. Выбор варианта штурвалов.

Выбор вариантов Панорамирования аналогичен выбору штурвала (рис. 2.24).

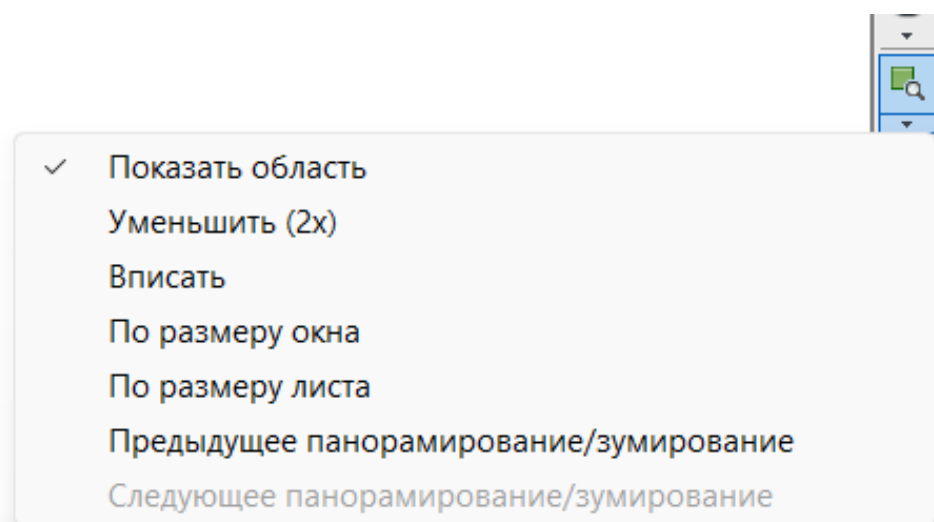


Рис. 2.24 Выбор варианта Панорамирования

«6. ПАНЕЛЬ УПРАВЛЕНИЯ ВИДОМ»

С панели управления видами (рис. 2.25) предоставляется быстрый доступ к функциям управления текущим видом.

Панель управления видами находится в нижней части окна вида над строкой состояния. На ней доступны следующие инструменты:

- Масштаб
- Уровень детализации
- Визуальный стиль
- Траектория солнца вкл./откл.

- Тени вкл./откл.
- Показать/скрыть диалоговое окно «Визуализация». (Доступно только в том случае, если в области рисования отображается 3D вид)
- Обрезать вид
- Показать/скрыть область обрезки
- Разблокированный/заблокированный 3D вид
- Временное скрытие/изоляция
- Показать скрытые элементы
- Экран совместной работы (доступен только при условии, что совместная работа разрешена для проекта)
 - Свойства временного вида
 - Показать или скрыть аналитическую модель (только для расчета MEP и несущих конструкций)
 - Выделение наборов смещения
 - Показать зависимости

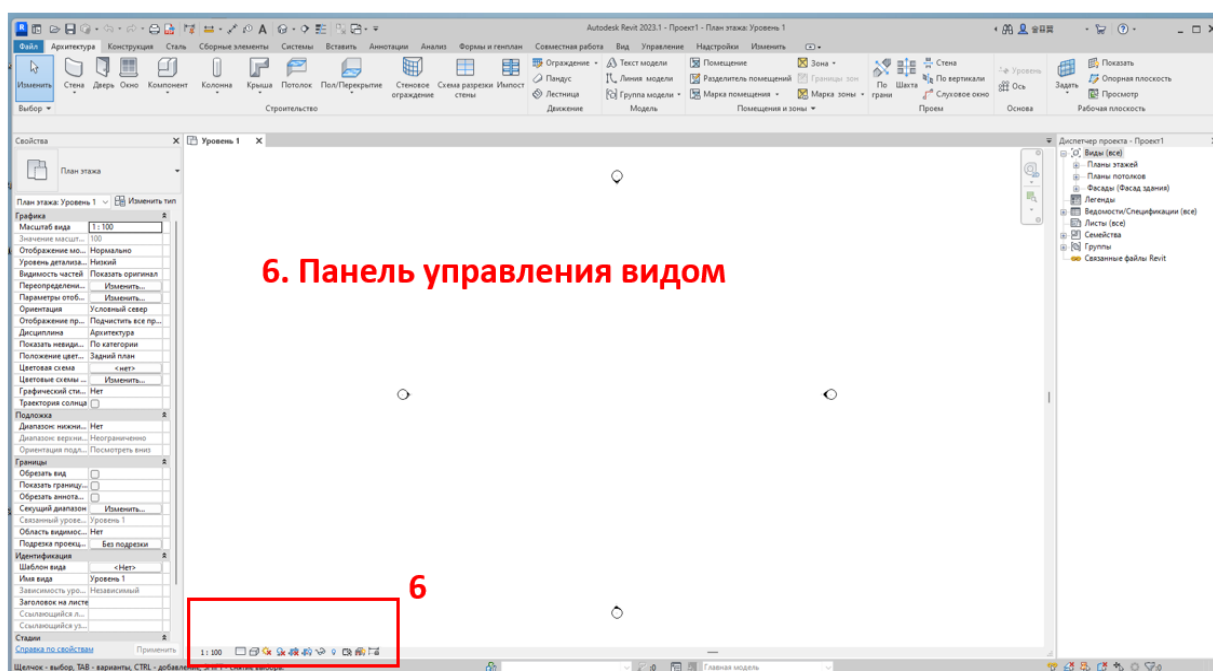


Рис. 2.25 Панель управления видом

Некоторые элементы управления могут быть отключены, если в шаблоне вида определены соответствующие свойства. Для изменения свойств вида нужно изменить свойства шаблона вида.

Нам более важны следующие команды: **масштаб**, **уровень детализации** (уровни детализации: *низкий*, *средний*, *высокий*. В зависимости от выбранного уровня мы видим определенную степень детализации у объектов.), **визуальный стиль**, которые отвечают за переопределение графики (рис.2.26).

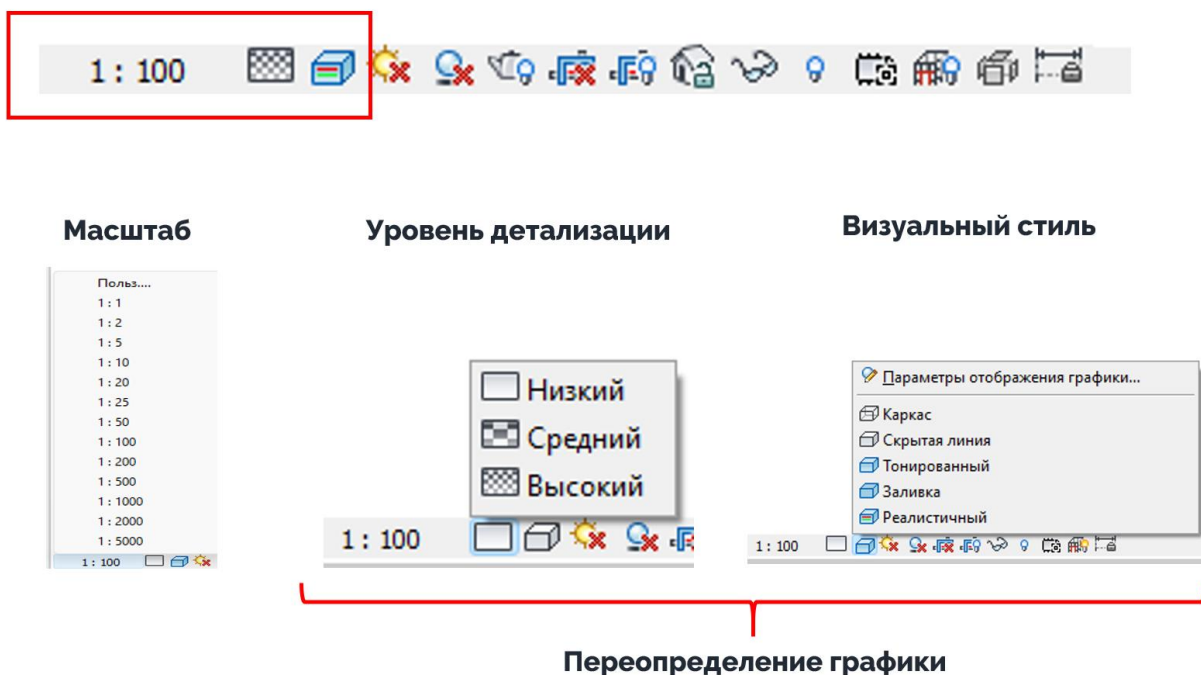


Рис. 2.26 Основные команды для переопределения графики

«7. СТРОКА СОСТОЯНИЯ»

В Строке состояния (рис. 2.27) отображается информация о выполняемых командах и выбранных элементах. Дополнительно там дается информация о подходящих клавишах или просто перечисляется, какие объекты выбраны. Также она очень удобна при идентификации зависимых элементов.



Рис. 2.27 Строка состояния

Управление видовыми окнами.

Область проектирования – основное окно работы проектировщика. Оно отображает всё, что относится к проектам или семействам – виды, спецификации, легенды, листы. При открытии нового вида его окно по умолчанию открывается поверх остальных. Остальные окна не закрываются, а скрыты за активным видом.

Для управления видовыми окнами, в которых отображаются проекты, мы переходим на вкладку **ВИД** - панель **Окна** (рис.2.28).

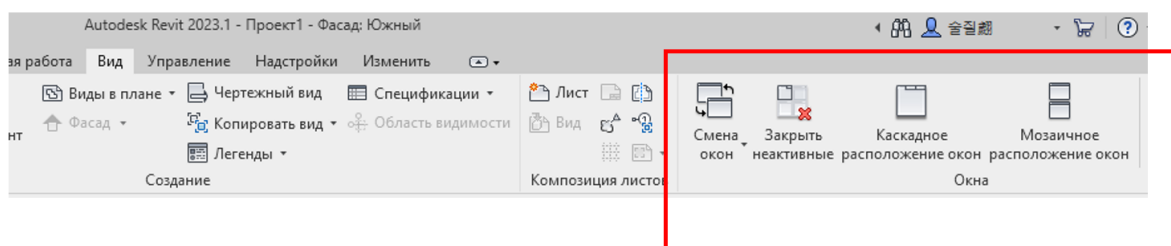


Рис. 2.28 Панель Окна

У нас есть каскадное (рис.2.29) (располагается сверху рабочей зоны) и мозаичное расположение окон (рис.2.30).

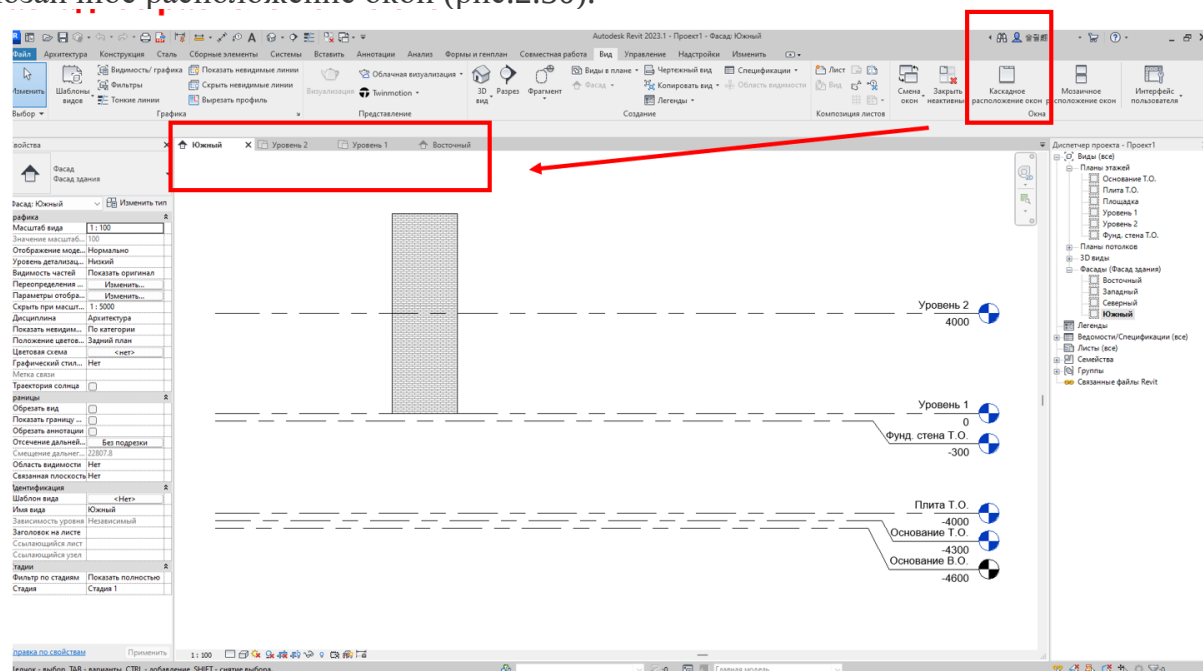


Рис. 2.29 Каскадное расположение окон

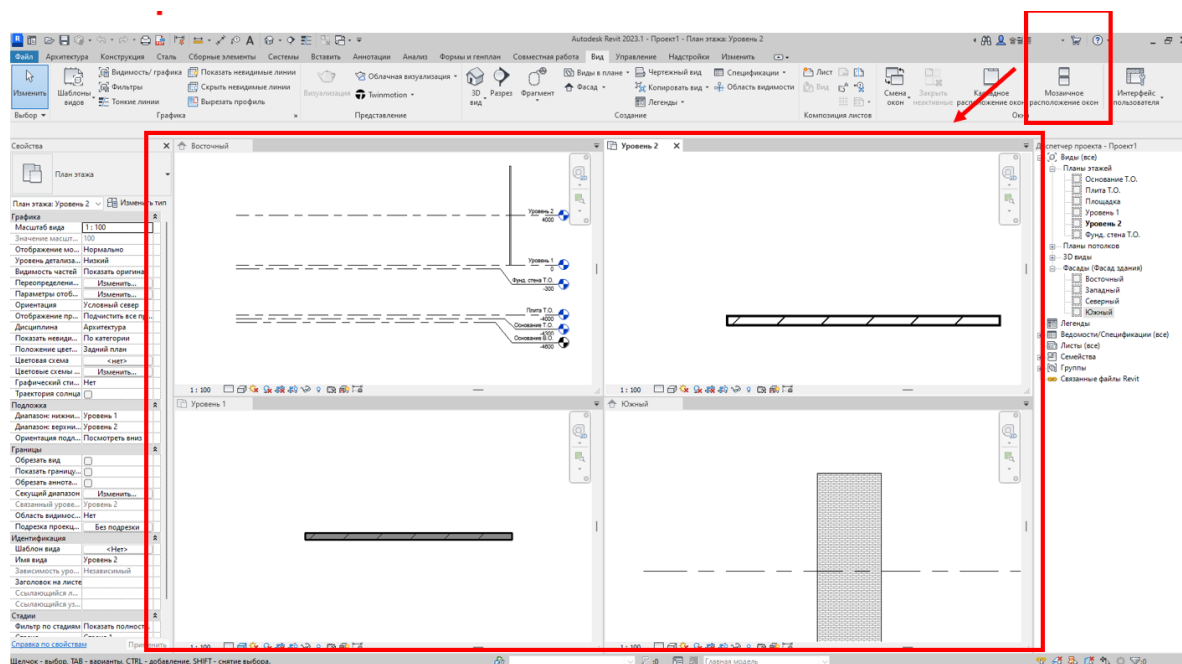
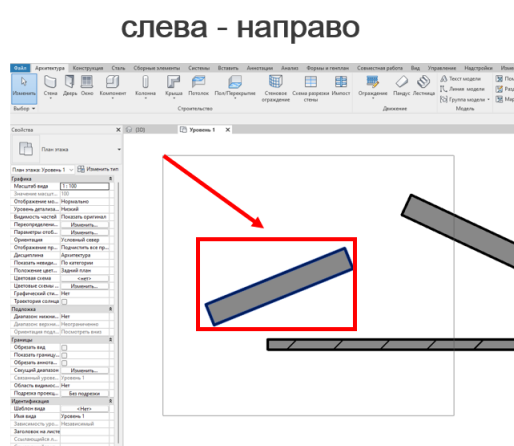


Рис. 2.30 Мозаичное расположение окон

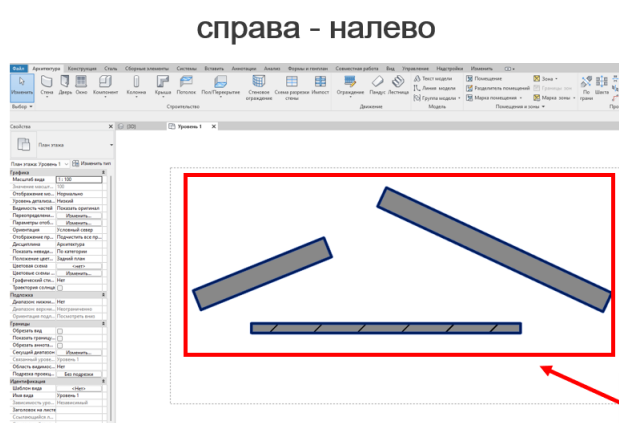
Кнопка *Мозаичное расположение окон* открывает одновременно все активные окна. Щелчок левой кнопки мыши в области рисования одного из окон активирует окно для работы. Переход по вкладкам видовых окон можно осуществлять с помощью сочетания клавиш **Ctrl+Tab**.

Выделение объектов (Рамка. Фильтр. Клавиша Tab.)

Выбор объекта (объектов) можно осуществлять **рамкой** двумя способами: слева направо и справа налево (рис. 2.31). Когда мы выбираем элемент *слева направо*, то выбирается только то, что попадает в рамку целиком (рамка имеет непрерывные границы). Выделяя *справа налево*, рамка имеет пунктирные границы и все, что попадает в эти границы, выбирается.



Выбирается только то, что попадает в рамку целиком (рамка имеет непрерывные границы)



Рамка имеет пунктирные границы и все, что попадает в эти границы, выбирается.

Рис. 2.31 Выделение объектов «Рамка»

Инструмент Фильтр.

При выделении большого количества объектов разных категорий, удобно пользоваться инструментом **Фильтр** (рис. 2.32). С помощью него, можно выбрать те элементы, которые нам нужны в данный момент, отменив выделение у других.

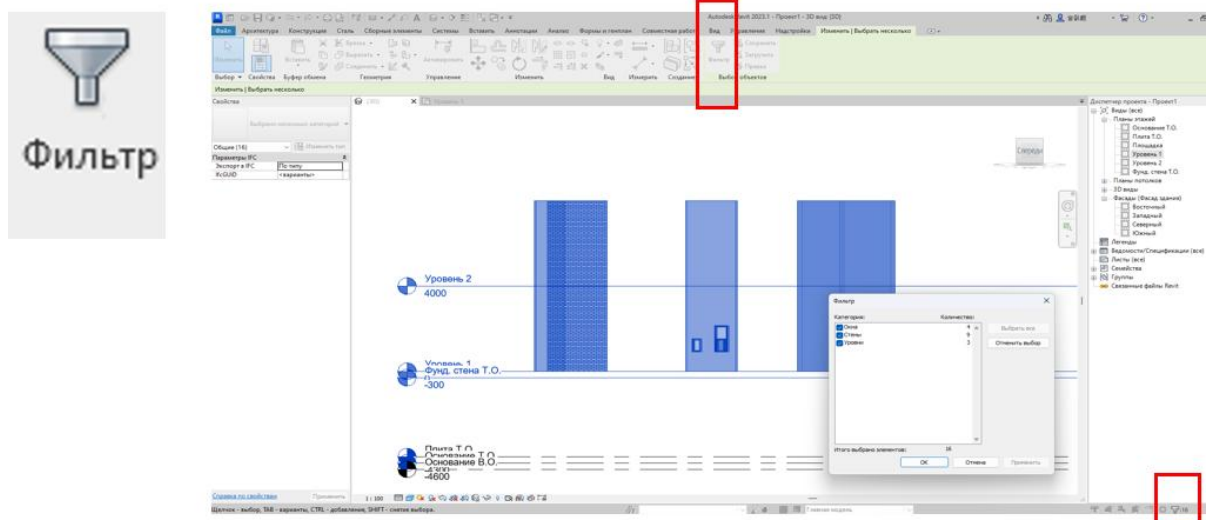


Рис. 2.32 Инструмент Фильтр

Клавиша Tab

Клавиша **Tab** применяется, когда необходимо выделить цепочку объектов, для этого не нужно щелкать по каждому из них, достаточно просто навести курсор на объект — подсветить его (но не нажимать!), а затем нажать клавишу **Tab** — цепочка объектов автоматически выберется (рис. 2.33). Удобно пользоваться клавишей **Tab** при построении перекрытия – избавляет от необходимости выделять каждую стенку вручную, что значительно ускоряет процесс.

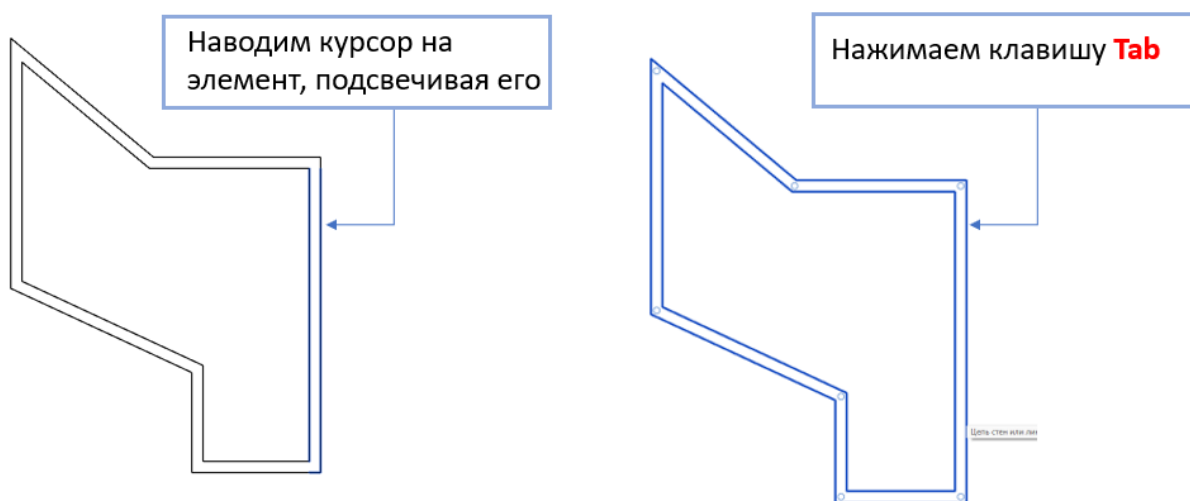


Рис. 2.33 Выделение объектов с помощью клавиши Tab

3. Обзор автоматизации в Autodesk Revit (Плагины. Визуальное программирование).

Плагины для Revit — это дополнительные программы, которые расширяют функциональность основного программного обеспечения Autodesk Revit. Они позволяют улучшить рабочий процесс, автоматизировать задачи, добавить новые функции, улучшить визуализацию проектов и сделать их более реалистичными, а также сделать работу в Revit более эффективной.

Выделяют следующие виды плагинов:

- Плагины для импорта и экспорта данных, создания отчетов, анализа информации
- Плагины для улучшения визуализации проектов, создания реалистичных рендеров, добавления специальных эффектов.
- Плагины для автоматизации задач, например, создания чертежей, спецификаций, смет, создания библиотеки элементов.
- Плагины для добавления новых функций в Revit, например, расчет нагрузок, анализ энергоэффективности, проверка проектов на соответствие нормам.

При выборе плагинов необходимо учитывать конкретные задачи и требования к проекту. Необходимо убедиться, что плагин совместим с версией Revit, которую вы используете. Необходимо скачивать плагины только с доверенных источников, чтобы избежать установки вредоносных программ [4].

Примеры плагинов в Autodesk Revit:

pyRevit

Язык: английский

pyRevit – это плагин для Autodesk Revit, предоставляющий набор инструментов и возможностей для автоматизации различных задач в Revit с использованием языка программирования Python.

С помощью данного плагина можно создать условные и моделирующие штриховки, задать вкладкам цвет, выбрать какие-либо элементы и сохранить выбор в памяти, вычислить пользователя, который при совместной работе последним взаимодействовал с каким-либо элементом, проверить модель на ошибки и коллизии.

Также данный плагин содержит инструменты для работы с 2D и 3D видами, листами, легендами, спецификациями, семействами и т.д.

Плагин имеет открытый исходный код и в целом позиционируется как некоммерческий проект.

ModPlus

Язык: русский

У ModPlus сразу 3 плагина. Пакет плагинов оснащен довольно широким функционалом: от дублирования видов и нумерации листов до создания отделки стен, полов, разверток по помещениям, настройка автосохранения и многое другое для разных разделов проектирования.

С помощью плагинов ModPlus можно управлять режимом осей, копировать фильтры шаблонов и сохранять настройки переопределения графики. Также можно раскрасить вкладки в Revit по названию документа или по типу вида.

Future BIM

Язык: русский

Плагин позволяет создавать отделку стен, полов, потолков, вырезать проёмы с помощью полых форм, маркировать элементы по типу или по экземпляру, копировать листы и настраивать их нумерацию, копировать спецификации с изменяемым фильтром и экспортировать их в Excel, создавать развертки помещений и размещать их на листе, раскрашивать вкладки Revit и т.д.

BimStep

Язык: русский

BimStep имеет 5 плагинов: Общие, AP, KP, ИОС, БИМ. Пакет плагинов позволяет создавать копии листов и видов, создавать отделку помещений, рассчитывать инсоляцию, создавать развертки помещений и размещать их на листах, создавать рабочие наборы, размещать на чертежах линии разрыва и многое другое.

В плагине также предусмотрен диспетчер открытых видов, что делает процесс проектирования более комфортным.

DiRoots

Язык: английский

Плагин можно использовать для поиска и замены текста в проекте, например для изменения префикса семейств и типов. Также DiRoots позволяет быстро добавить несколько общих параметров в проект или в семейство, экспортировать проект в несколько разных форматов одновременно, например в dwg + pdf, пакетно экспортировать семейства на жесткий диск, а не сохранять каждое семейство по отдельности. Продвинутый плагин, но не очень интуитивно понятный.

MiraCad

Язык: русский

Базовые инструменты плагина позволяют быстро находить элементы в проекте с помощью фильтров, а также просматривать элементы на 3D виде по списку на виде (выбирая элемент в списке, он подсвечивается синим цветом). Плагин также позволяет выбирать элементы по созданным системным фильтрам вида, автоматически нумеровать строки в спецификации, создавать плинтус с помощью выступающего профиля и многое другое.

Enscape

Язык: английский

Enscape — предназначен для архитекторов и дизайнеров, который позволяет быстро создавать реалистичные визуализации в режиме реального времени.

Плагин работает прямо внутри Revit и не требует постоянного экспорта модели или переключения между приложениями. Плагин подходит для работы с ландшафтом, интерьером и архитектурой. Например, для интерьеров в Enscape предусмотрены настройки освещения, материалов, мебели и декора, а для экстерьеров — настройки окружающей среды: времени суток и погоды. Несмотря на то, что плагин на английском языке, интерфейс создан интуитивно понятным.

Lumion LiveSync for Revit

Язык: английский / русский

Lumion – это отдельное программное обеспечение для 3D-визуализации, созданное специально для архитекторов и дизайнеров. Программа Lumion также позволяет создавать визуализации в режиме реального времени и получать картинку в пару кликов, а не ждать рендеринг всю ночь. Плагин Lumion LiveSync for Revit позволяет экспортировать 3D модель из Revit в Lumion и синхронизировать экспортированную 3D модель из Revit с проектом в Lumion. Таким образом при изменении 3D модели в Revit, модель обновится и в Lumion [5].

Визуальное программирование — современная альтернатива текстовым форматам программирования (с использованием языков программирования). Вместо ввода текста со сложными и строгими правилами, достаточно соединять предварительно разработанные готовые узлы вместе, последовательно добываясь нужной информации. Каждый узел уже содержит в себе куски кода, которые пришлось бы создавать в процессе классического программирования — получается некий конструктор алгоритма [6].

Существует большое разнообразие сред визуального программирования.

Рассмотрим одну из них – **Dynamo** в паре с программным комплексом Autodesk Revit для информационного моделирования зданий и сооружений.

Dynamo – это встроенная в Revit программа (в версии 2020 и выше). Находится во вкладку «Управление» – «Визуальное программирование» (рис 2.34).

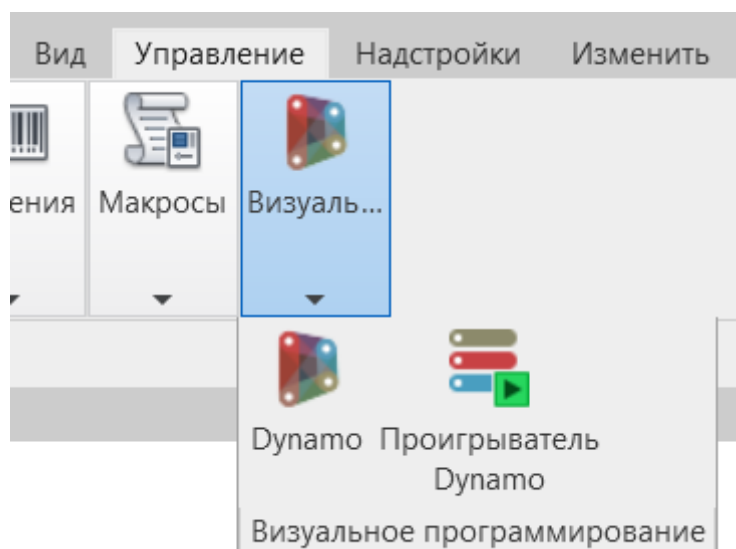


Рис. 2.34 Кнопки запуска Dynamo и Проигрывателя Dynamo

Она имеет в себе обширную встроенную библиотеку узлов (нодов). В интерфейсе Dynamo все ноды представлены в библиотеке с левой стороны рабочего окна, и распределены по категориям и подкатегориям (рис.2.35). Для поиска нужного нода необходимо начать вводить в строку поиска первые символы названия нода – будут появляться подходящие варианты.

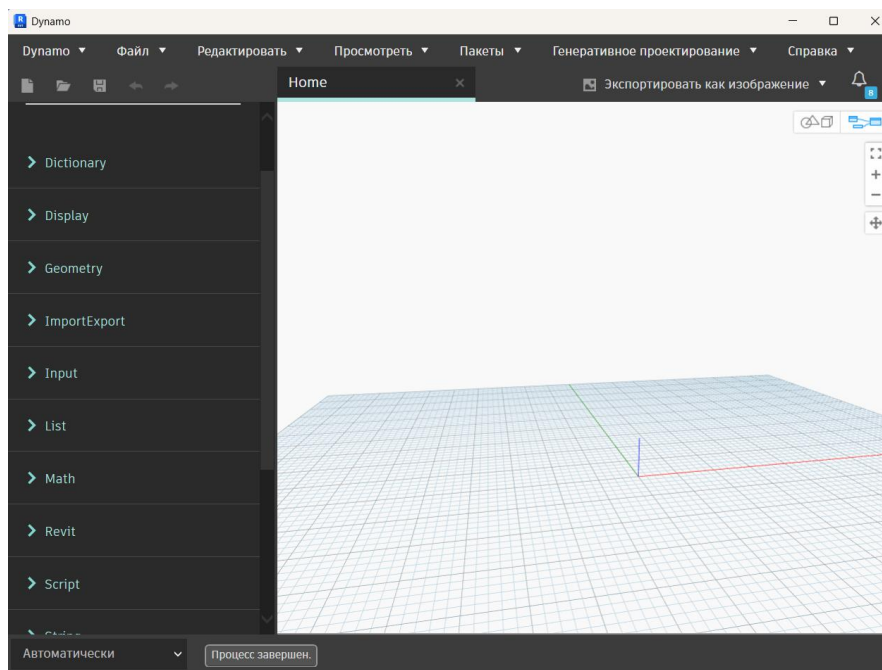


Рис. 2.35 Интерфейс Dynamo

Узел – это код, который заложен в графический блок. Каждый такой блок несет свой собственный смысл. Чтобы решить какую-либо задачу, необходимо

последовательно соединять между собой узлы. Полученное в итоге этих соединений изображение называется скриптом. Скрипт – это и есть код, который показан в непривычной для нас графической форме. В зависимости от последовательности соединения и самого смысла узлов мы можем решить необходимую для нас задачу. Однако объемные скрипты могут перегрузить систему, да и не все задачи ими можно решить, поэтому в дополнение можно использовать текстовое программирование, которое позволяет заменить огромный скрипт парой строк. Это потребует знаний в области программирования на языке Python, который является одним из самых легких в обучении [7].

Dynamo Revit предлагает широкий спектр возможностей, которые значительно расширяют стандартные функции Revit. Рассмотрим ключевые преимущества:

- Автоматизация рутинных задач: Создание скриптов для массового изменения параметров элементов.
- Параметрическое моделирование: Возможность создавать сложные геометрические формы с помощью математических алгоритмов.
- Интеграция данных: Подключение к внешним источникам информации и базам данных.
- Оптимизация рабочих процессов: Автоматическая проверка моделей на соответствие стандартам [8].

СПИСОК ИСТОЧНИКОВ ЛИТЕРАТУРЫ ПО ТЕМЕ 2 «AUTODESK REVIT: ОСНОВНЫЕ ПОНЯТИЯ И ОПРЕДЕЛЕНИЯ, ИНТЕРФЕЙС»:

1. BIM Стандарт 2.0 Площадные объекты [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://infrabim.csd.ru/upload/news/bim-standart-ploshchadnye-objekty.pdf>. – Дата доступа: 05.05.2025.
2. Вандезанд, Дж. Autodesk Revit Architecture. Начальный курс. Официальный учебный курс Autodesk / Дж. Вандезанд, Ф. Рид, Э. Кригель; пер. с англ. В.В. Топалов. – М.: ДМК Пресс, 2017. – 328 с.
3. Основы технологий информационного моделирования зданий: учебно-методическое пособие / сост. С.В. Придвижкин, В.Б. Сальников, М.М. Карманова, С.А. Сербин; науч. ред. Н.И. Фомин. – Екатеринбург: ООО «Издательство учебно-методический центр УПИ» – 225 с.
4. Плагины для Revit: Расширение возможностей [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://dzen.ru/a/ZvdS7YdLgGcyLAGz>. – Дата доступа: 05.05.2025.
5. Плагины для Revit [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://gavrilova-bim-design.ru/plugins-for-revit>. – Дата доступа: 05.05.2025.
6. Dynamo в Revit - BIM-Эксперт [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://1-bim.ru/dynamo-v-revit/>. – Дата доступа: 05.05.2025.
7. Остапчук, В. С. Визуальное программирование в REVIT / В. С. Остапчук ; науч. рук. О. А. Акулова // Устойчивое развитие: региональные аспекты : сборник тезисов докладов XV Международной научно-практической конференции молодых ученых в рамках Года мира и созидания, Брест, 27–28 апреля 2023 г. / Министерство образования Республики Беларусь, Брестский государственный технический университет [и др.] ; редкол.: А. А. Волчек [и др.] ; науч. ред. А. А. Волчек, О. П. Мешик. – Брест : БрГТУ, 2023. – С. 124.
8. Dynamo revit что это? [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://rudesignshop.ru/blog/dynamo-revit-что-это/>. – Дата доступа: 05.05.2025.

1. Создание нового проекта на основе шаблона. Уровни. Оси.
2. Инструменты построения стен.
3. Создание перекрытий.
4. Вставка дверей. Вставка окон.
5. Создание крыши.

1. Создание нового проекта на основе шаблона. Уровни. Оси.

Основа здания — это его вертикальная и горизонтальная разбивка (сетка осей и уровни).

Под **предварительным этапом проектирования** понимают процесс подготовки рабочей области, в котором включает в себя:

- ✓ Создание и настройка сетки координатных осей.
- ✓ Создание и настройка уровней.

Открываем Autodesk Revit 2023 и создаем новый файл на основе архитектурного шаблона (Модели – Создать – Архитектурный шаблон – Ок). Сохраняем проект его в рабочей папке. Для этого нажимаем «Файл – Сохранить как – Проект». В появляющемся окне сохранения нажимаем параметры и видим окно Параметры сохранения файла (рис. 3.1).

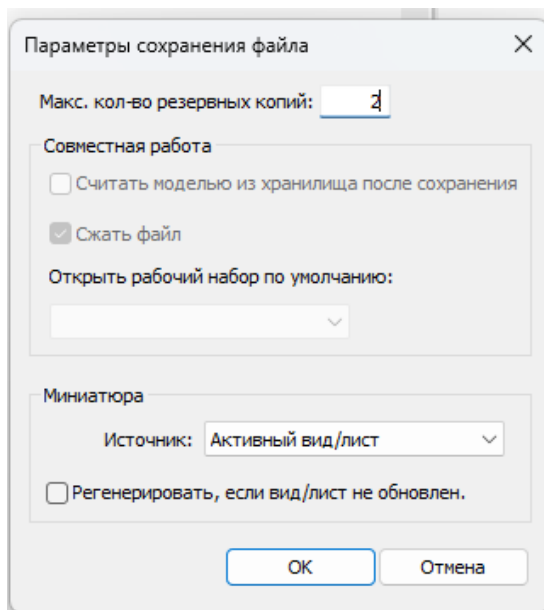


Рис. 3.1. Диалоговое окно Параметры сохранения файла

После каждого сохранения, рядом с файлом модели будет появляться новый файл сохранения, именуемый Название файла.0001, затем Название файла.0002. Количество таких резервных файлов регулируется в параметрах – максимальное количество резервных копий.

Настроим интервалы сохранения. Для этого нажимаем «Файл – Параметры», затем в открывшемся окне в разделе «Общие» можно настроить

интервал напоминаний о сохранении и синхронизации (для совместной работы) (рис.3. 2).

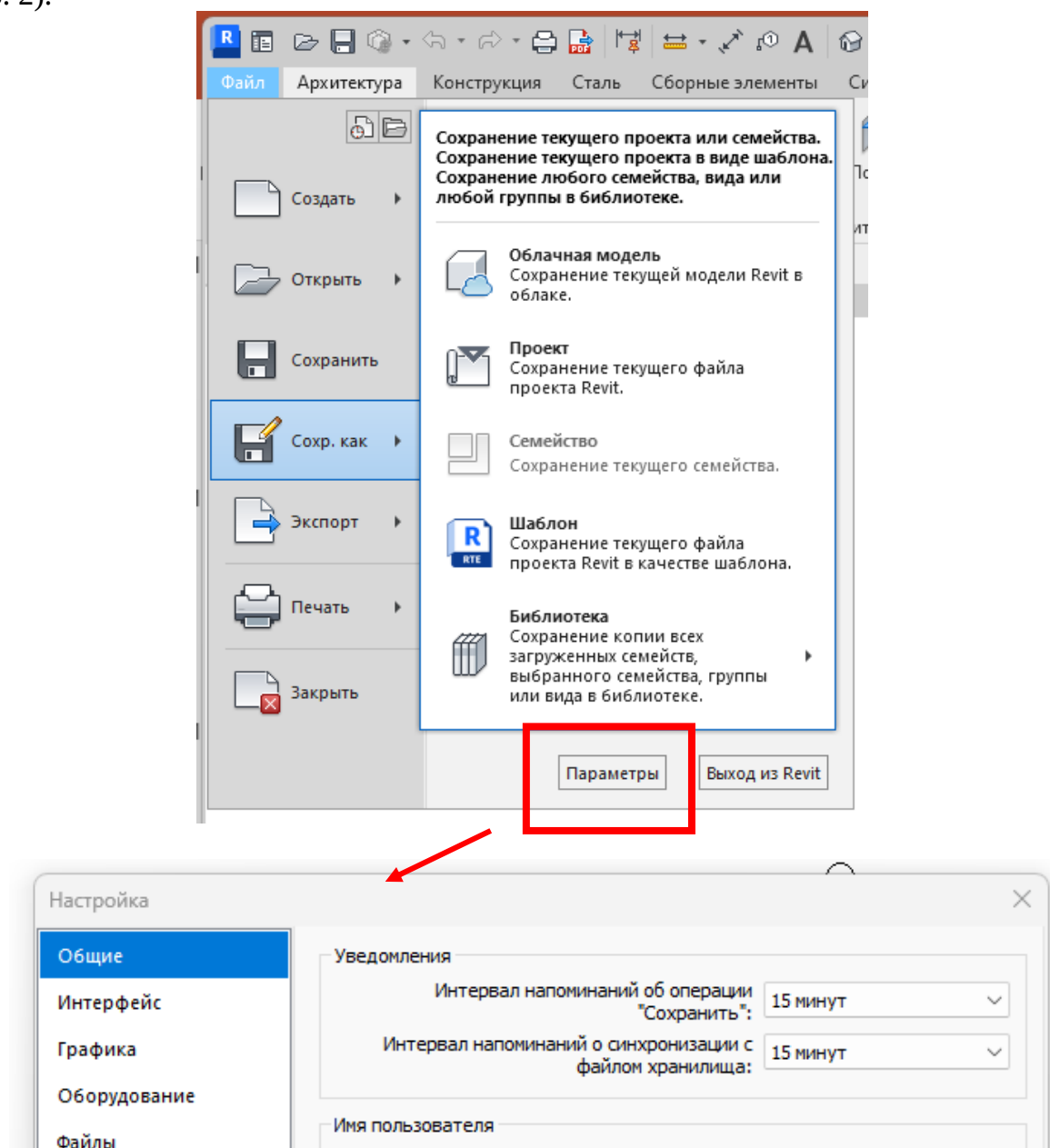


Рис. 3.2. Настройка интервала напоминаний о сохранении и синхронизации проекта

В отличие от Autodesk AutoCAD Autodesk Revit не сохраняет изменения периодически, поэтому во избежание потерь данных желательно не игнорировать напоминания в виде всплывающих окон, своевременно сохранять модель, а для этого настроить удобный для себя интервал.

Начнем построение осей. Раздел с осями называется «**Основа**», он есть как на вкладке «**Архитектура**», так и на вкладке «**Конструкция**». Наведем курсор на инструмент «**Ось**» (Рис. 3.3) Обратите внимание, что, если навести курсор на инструмент и не нажимать кнопку мыши, будет появляться подсказка по инструменту, которая очень помогает начинающим пользователям.

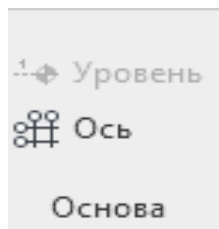


Рис. 3.3. Инструмент Ось

После выбора инструмента под вкладкой с инструментами появляется зеленая полоса с настройкой инструмента, она будет появляться и в дальнейшем, ее наполнение зависит от выбранного инструмента (Рис. 3.4).

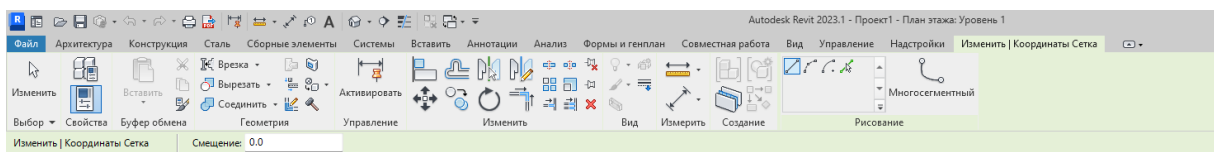


Рис. 3.4. Настройки инструмента Ось

Рассмотрим варианты рисования осей:

- линейная (построение прямой линии или цепи соединенных отрезков);
- дуга по начальной и конечной точке радиусу, криволинейная ось по начальной, конечной точкам и радиусу (построение кривой путем указания начальной точки);
- дуга по центру и конечным точкам (построение эскиза кривой по центру дуги, начальной точке и конечной точке);
- выбрать линии (построение линии по существующей стене, отрезку или ребру, выбранным в области рисования) (рис. 3.5).

Подробнее виды рисования разбираются во всплывающих подсказках при наведении.

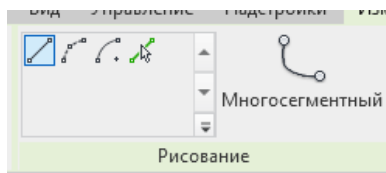


Рис. 3.5. Варианты рисования элемента

При выборе многоотрезного построения возможно в режиме эскиза создать составную ось. Например, начало и конец оси сделать прямолинейным, а посередине построить перегиб с помощью криволинейного построения.

Выйти из режима эскиза можно только нажав на зеленую галочку или красный крестик (завершение с сохранением или выход с отменой соответственно) на вкладке «Изменить» (рис. 3.6).

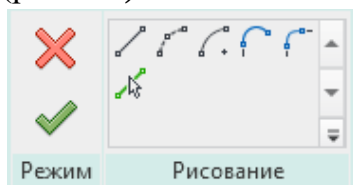


Рис. 3. 6. Инструменты в режиме построения эскиза

- Разберем также цветовые обозначения в режиме построения (см. рис.3.6):
- ✓ Черный цвет – построение с нуля по нескольким точкам или параметрам.
 - ✓ Синий цвет – построение соединения нескольких уже построенных элементов.
 - ✓ Зеленый цвет – построение с опиранием на уже готовый построенный объект.

Построим ось инструментом «ЛИНЕЙНАЯ», затем выберем построенную ось щелчком мыши (рис. 3.7).

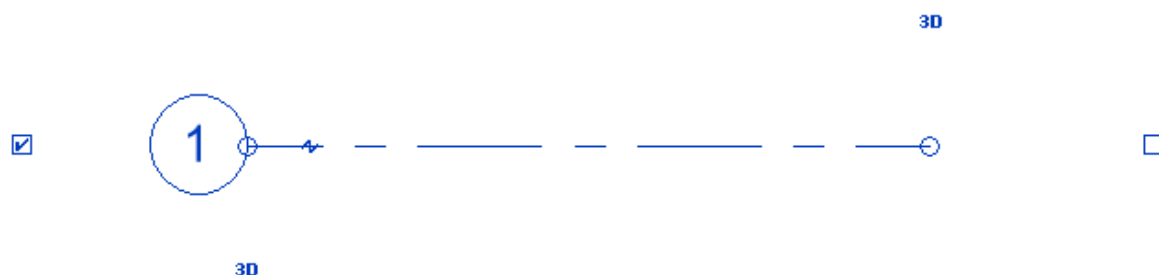


Рис.3. 7. Построение линейной оси

Галочки слева и справа отвечают за отображение кружка оси (можно включить с обеих сторон) (рис. 3.8).

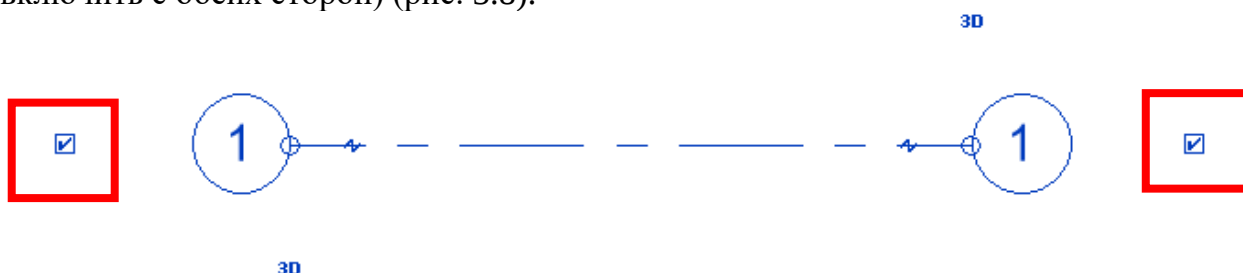


Рис. 3.8. Построение линейной оси

Переименовать ось можно нажав на ее название (в нашем случае на 1).

При нажатии на символ 3D можно переключить на 2D. В режиме 3D оси будут менять свое положение на всех планах и в модели, в режиме 2D только на том виде, где мы находимся (1 этаж).

За синие кружки ось можно сжимать или вытягивать (рис. 3.9).

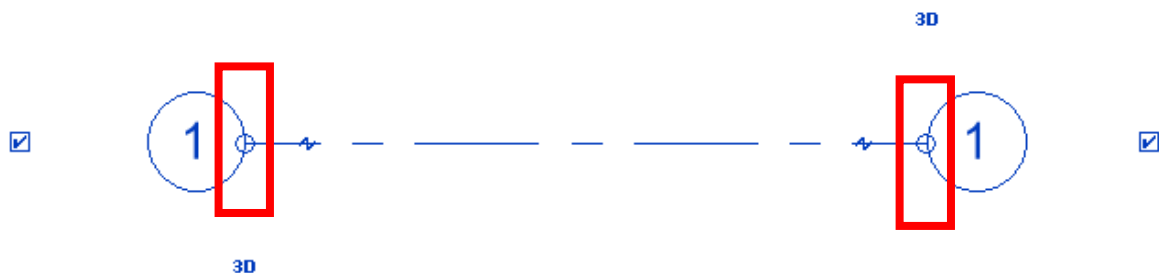


Рис. 3.9. Построение линейной оси

Для сдвига круга с номером оси необходимо нажать на значок разрыва, расположенный недалеко от начала оси. Вернуть ось в исходное положение можно переместив синий маркер, находящийся в сгибе линии (рис. 3.10).

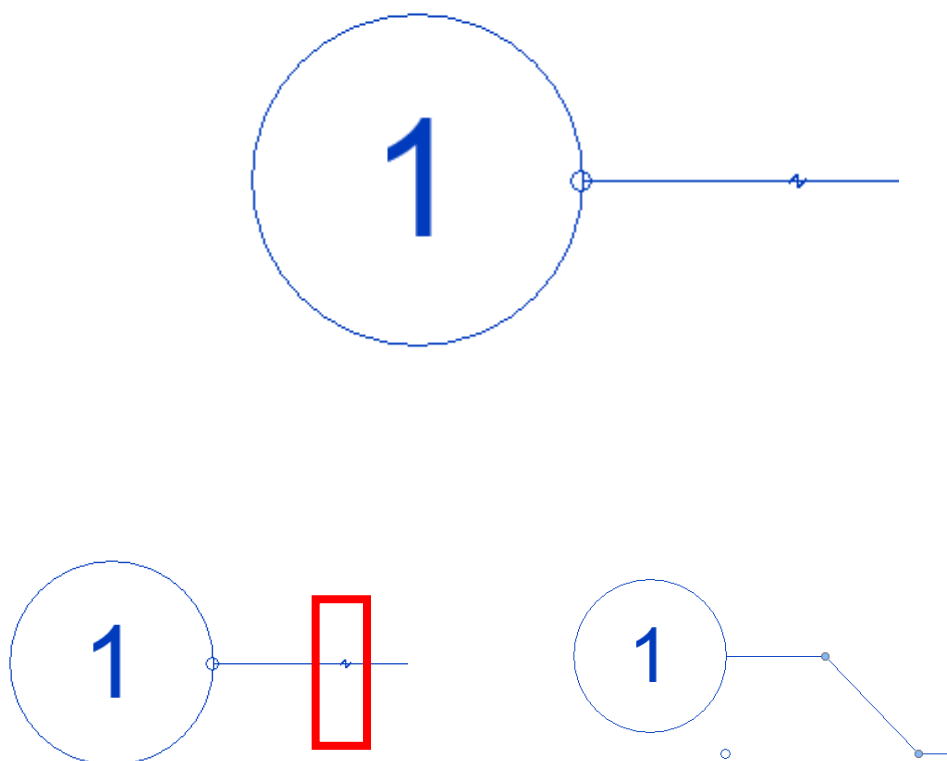


Рис. 3.10. Изменение местоположения круга с обозначением оси

Построим параллельную ось, затем выберем одну из осей щелчком мыши. После выделения оси, появятся несколько элементов, позволяющих контролировать взаиморасположение элементов (рис. 3.11).



Рис. 3.11. Элементы оси, контролирующие взаиморасположение

Иконка замок: Закрытый замок означает, что конец или начало оси (в соответствии с тем, где находится данная иконка) будет перемещаться одинаково с крайними точками других осей. Связь осей подсвечивается голубой пунктирной

линией. Для удаления оси из связи необходимо раскрыть замок, щелкнув по нему. После этого ось можно перемещать независимо от других. Вернуть связь можно, дотянув конец или начало оси до края соседней оси. При этом замок защелкнется автоматически (рис. 3.12).

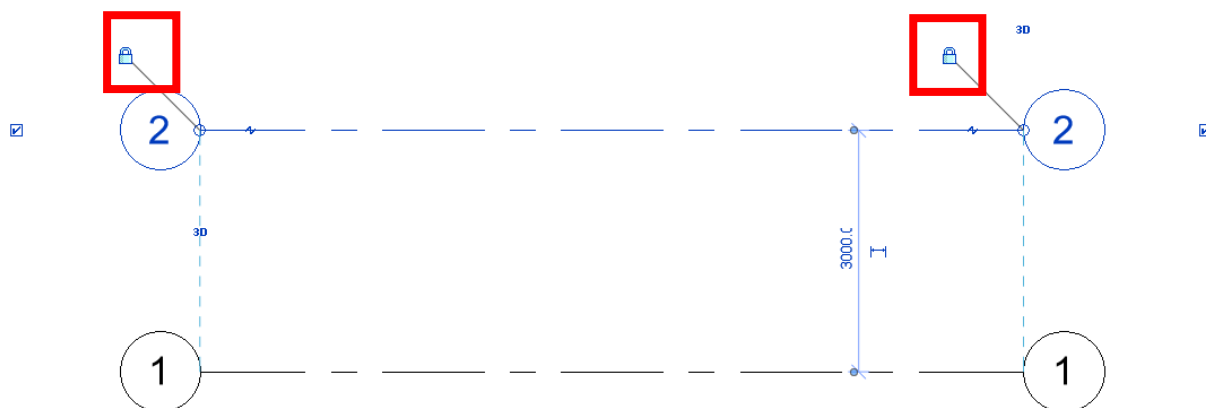


Рис. 12. Иконка Замок

Временный размер: внутри программы Revit такие размеры будут появляться очень часто (рис.3.12). Такие размеры можно выбирать щелчком мыши, а затем редактировать. В данном случае при изменении значения на 3000, расстояние между осями изменится на 3000, при чем сдвинется та ось, которая была изначально выбрана. (рис.3.14). Также размер временный можно сделать размерной линией, нажав на значок размера справа от значения (рис. 3.13)

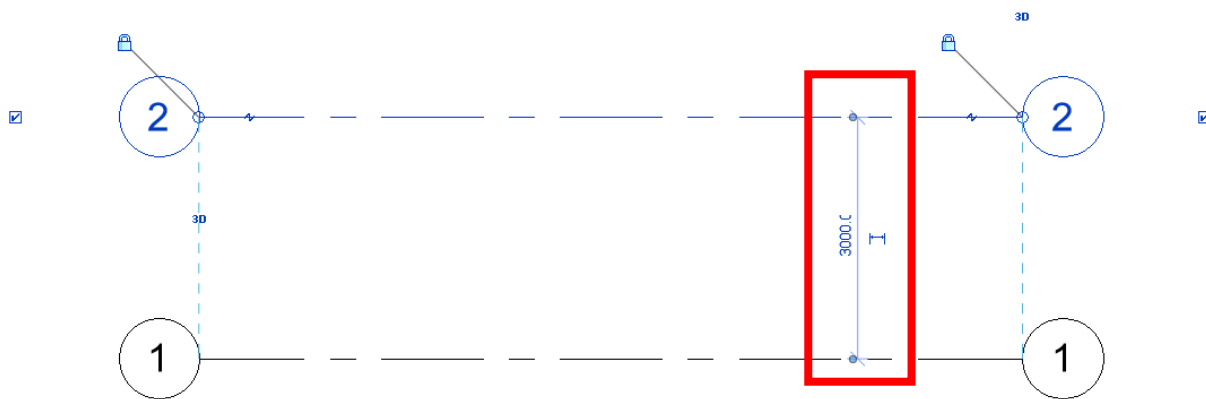


Рис. 3.12. Временный размер

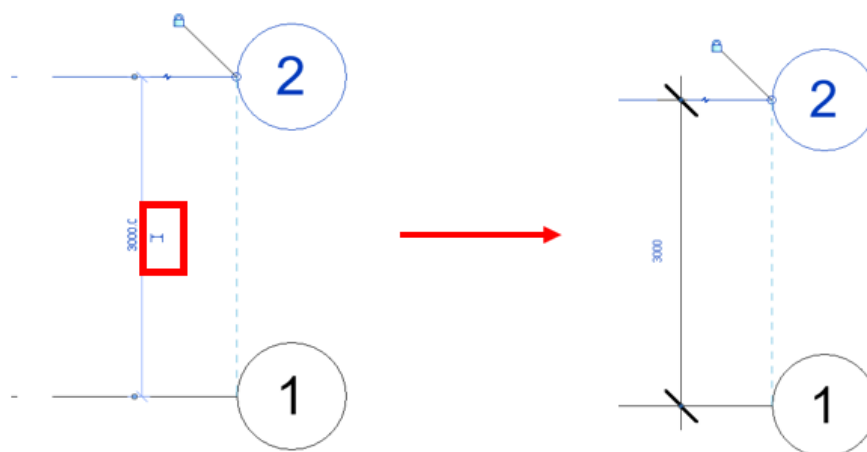


Рис. 3.13. Размерная линия

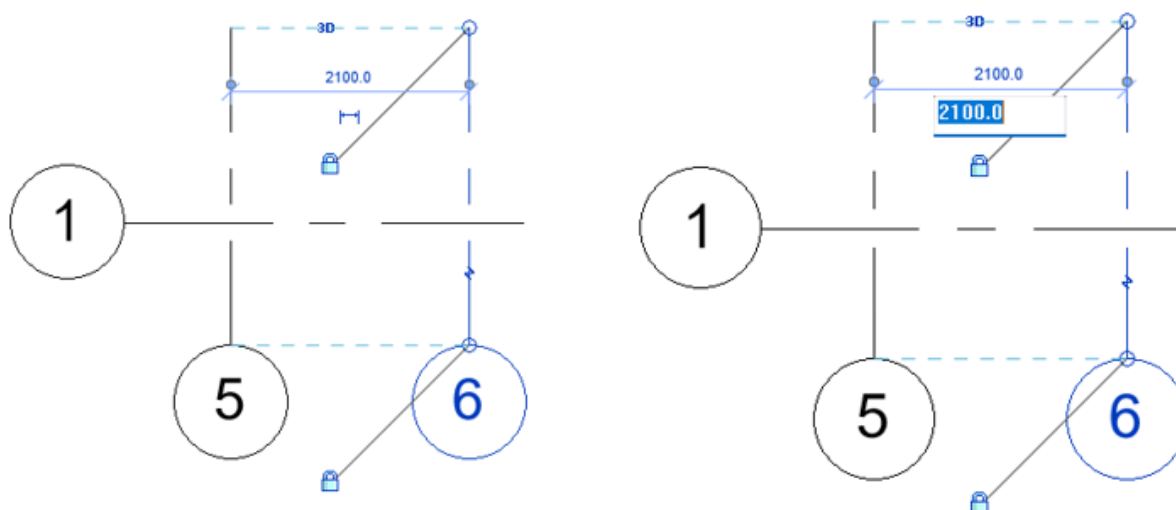


Рис. 3.14. Редактирование размерного текста

С помощью «Диспетчера проекта» перейдем на фасад «Южный» (данный знак в рабочем поле показывает направление фасадов). Видно, что в данном шаблоне были созданы два уровня (Уровень 1 и Уровень 2) (рис. 3.15). В Revit планы этажей формируются по уровням, соответственно не имея уровней этажи не были бы сформированы.

Создадим еще один уровень. Это можно сделать на вкладке **Архитектура** или **Конструкция** в разделе основа инструментом **Уровень**.

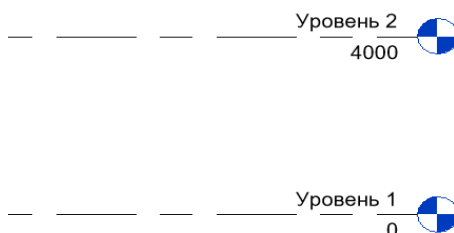


Рис. 3.15. Уровни в Revit

Способы построения аналогичны инструменту «Ось». В строке настройки инструмента можно поставить галочку «Создать вид в плане», в таком случае после построения уровня будет сформирован соответствующий план этажа (рис. 3.16)

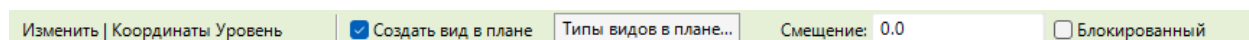


Рис. 3.16. Параметры построения Уровня

Построим новый уровень используя команду «Смещение». Для этого в строке зададим смещение 3000, а способом построения выберем зеленый отрезок «Выбрать линии». Затем, когда мы наведем курсор на уже построенный уровень, синяя пунктирная линия будет подсказывать нам, куда мы собираемся разместить новый уровень (рис.3.17).

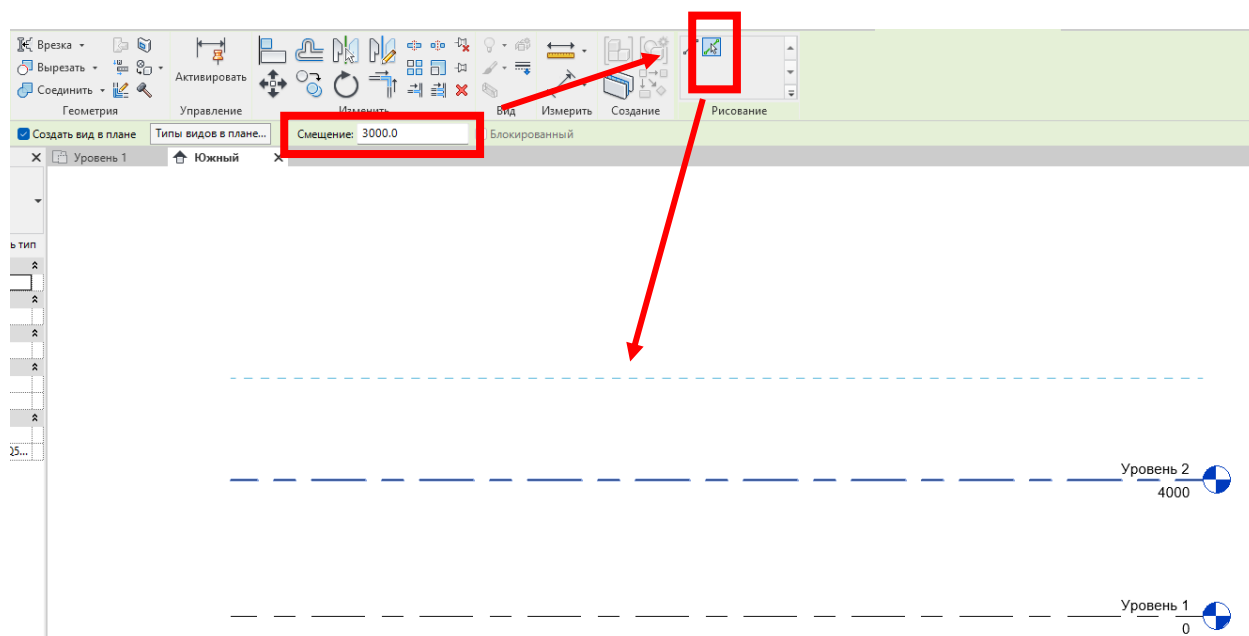


Рис. 3.17. Построение Уровня инструментом «Выбрать линии»

Если Вы поставили галочку, то в диспетчере проекта можно увидеть, новый сформированный план этажа.

Создадим еще один уровень инструментом «Копировать». Для этого выберем уже построенный уровень и на вкладке «Изменить» инструмент «Копировать», затем укажем базовую точку и размер смещения.

При таком способе план этажа в диспетчере сформирован не будет (уровень показан черным цветом) (рис. 3.18).

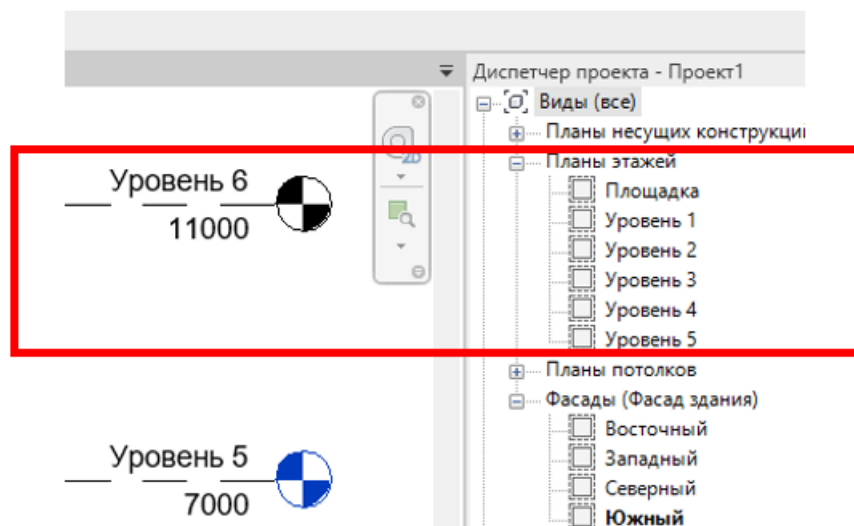


Рис. 3.18. Построение Уровня инструментом «Копировать»

Для создания планов этажей для соответствующих уровней необходимо: перейти на вкладку «Вид → **Виды в плане**» (иконка находится в разделе «Создание») → «План этажа» → выбрать необходимые уровни (рис.3.19). Если стоит галочка напротив надписи: «Не копировать существующие виды», то в меню будут показываться только уровни без планов.

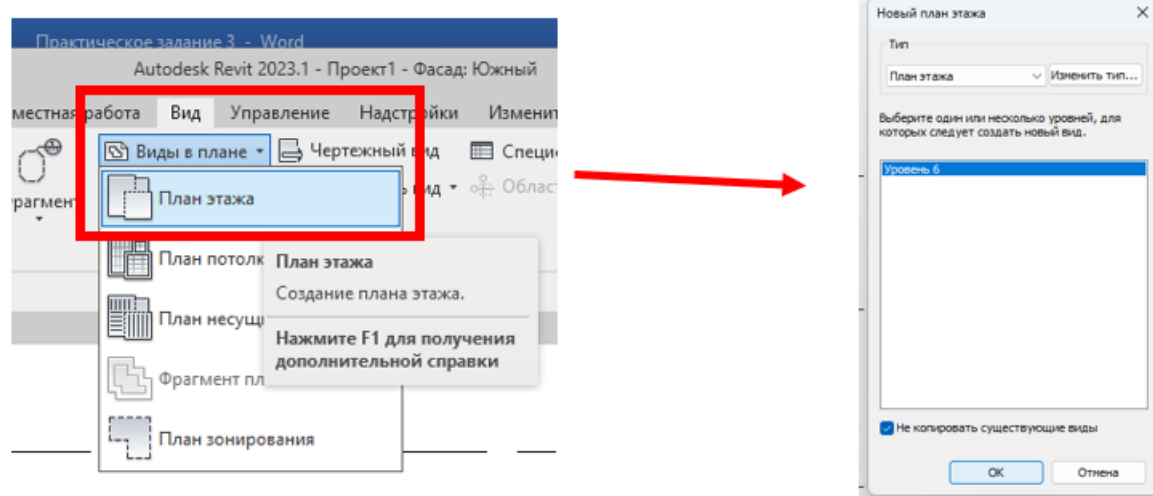


Рис. 3.19. Создание планов этажей для соответствующих уровней

2. Инструменты построения стен.

На вкладке «Архитектура» инструментальной палитры нажмите «Стена». Из списка типоразмеров выберите **Базовая стена: Типовой – 200 мм** (рис. 3.20).

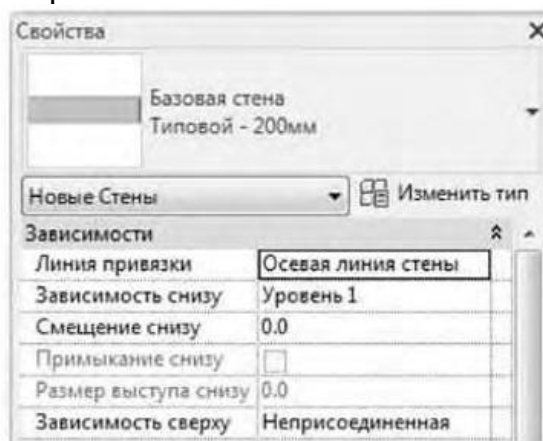


Рис. 3.20. Свойства выбранного типа стены

Настройте параметры: из выпадающего списка «Высота» выберите «Крыша». Убедитесь, что для параметра «Привязка» из выпадающего списка выбрано значение «Осевая линия стены» (рис.3.21).

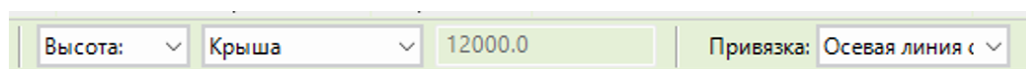


Рис. 3.21 Настройка параметров построения стены

Выберите способ построения. Нажмите кнопку  в разделе «Рисование». Постройте прямоугольник по заданным осям (размер прямоугольника 12000*24000 мм) как показано на рисунке 3.22. Щелкните мышью для завершения построения.

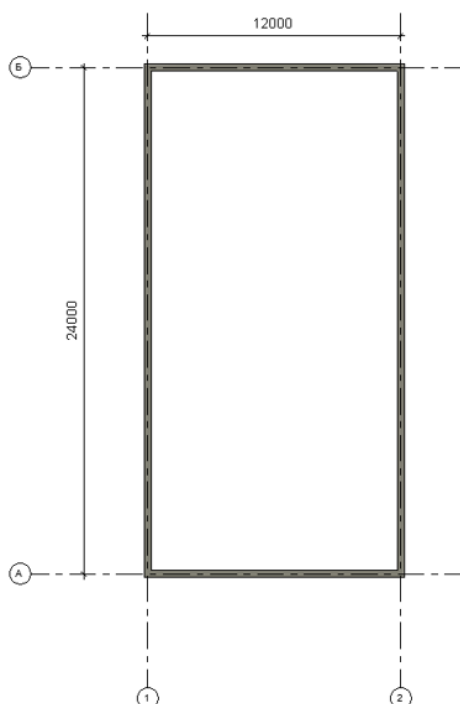


Рис. 3.22. Результат построения

3. Создание перекрытий.

Полы, крыши и потолки — это примеры эскизных компонентов. При их создании необходимо указывать определенные границы. При создании эскизов этих компонентов для определения их границ можно выбрать стены.

Также можно указать линии или же нарисовать их. Также, как и стены, каждый из этих компонентов может иметь многослойную структуру. Когда стены пересекаются с полом, крышей или потолком, соответствующие слои взаимодействуют друг с другом согласно функциональному назначению, указанному в диалоговом окне **Редактирование сборки**.

Этапы создание перекрытия в проекте.

1. В Диспетчере проекта выберите категорию Планы этажей –Уровень 1. На вкладке **«Архитектура»** инструментальной палитры выберите инструмент **«Перекрытие»** (рис. 3.23).

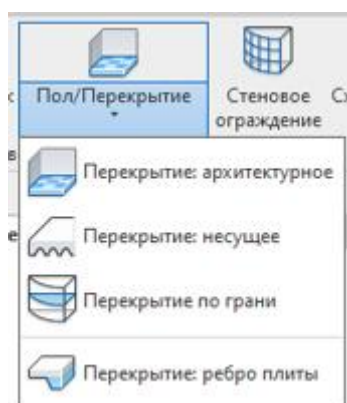


Рис. 3.23. Инструмент «Перекрытие»

2. После выбора инструмента произойдет переход в режим эскиза. На Ленте появилась контекстная вкладка **«Изменить | Создать массив пола»** (рис.3.24).

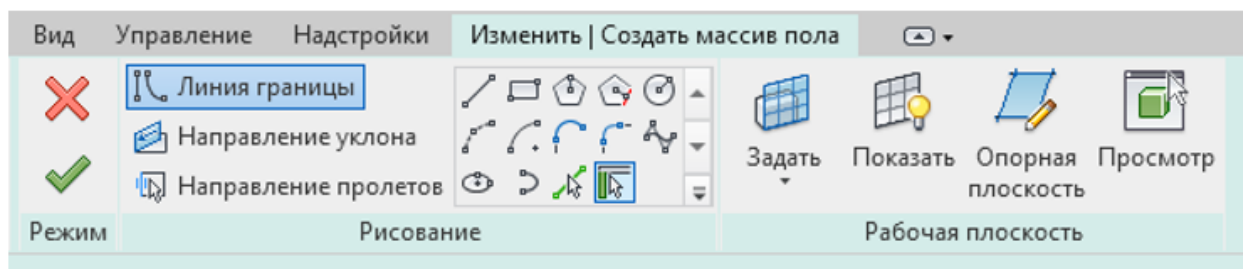


Рис. 3.24 Контекстная вкладка Изменить | Создать массив пола

Чтобы выйти из режима эскиза, его нужно или принять, или отменить. Никакие изменения в модель здания выполнить невозможно пока эскиз перекрытия не будет завершен.

3. Выберите инструмент **«Указать стены»** (рис. 3.25).

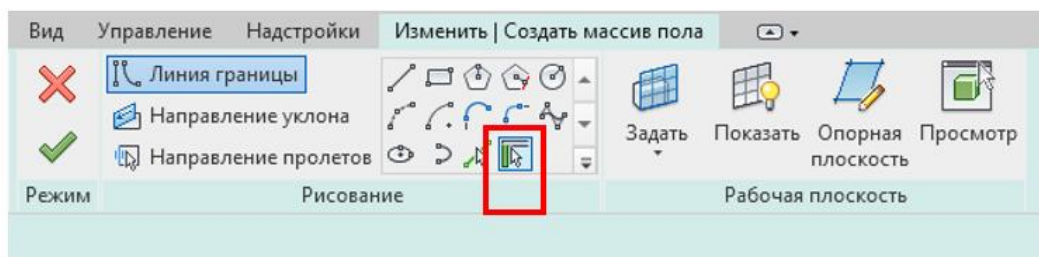


Рис. 3.25 Инструмент «Указать стены»

4. На панели параметров снимите флажок «**Продолжить до сердцевины стены**» (рис. 3.26).



Рис. 3.26 Настройка параметров инструмента

5. Щелкните по наружной стене. Появляется фиолетовая линия со стрелками разворота (рис. 3.27). Если фиолетовая линия находится не на внешней стороне наружной стены, щелкните на синих стрелках для ее разворота. Щелкая по стрелкам, вы передвигаете границу перекрытия к внутренней или наружной граням стены.

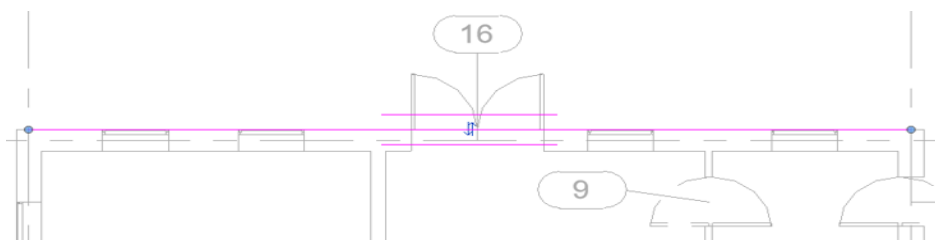


Рис. 3.27. Процесс построения перекрытия

6. Выберите три оставшиеся стены. В панели свойств проверьте **Свойства** перекрытия, тип **Бетон - Промышленный 362 мм** (рис.3.28).

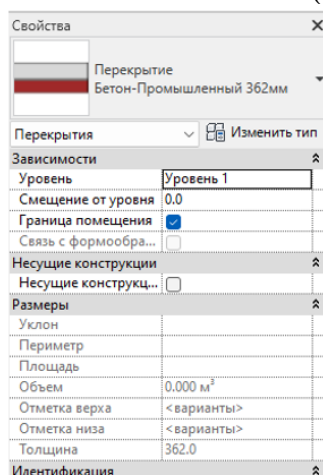


Рис. 3.28 Тип перекрытия

7. На вкладке «**Изменить | Создать массив пола**» нажмите «**Выход из режима редактирования**» (подтвердить эскиз). Просмотрите результат работы в режиме 3D.

4. Вставка дверей. Вставка окон.

Находясь на необходимом нам уровне, выберем на вкладке «Архитектура» инструмент «Дверь».

Семейства дверей можно добавлять только в стены. Кроме того, двери располагаются на линии уровня. Для двери можно задать смещение от линии уровня. Однако, двери будут автоматически привязываться к ближайшей доступной линии уровня. Вставка дверей в режиме 3D или на виде фасада позволяет увидеть это более наглядно.

Из выпадающего списка типоразмеров выберите «Одиночные-щитовые 0915 x 2134 мм» (рис. 3.29).

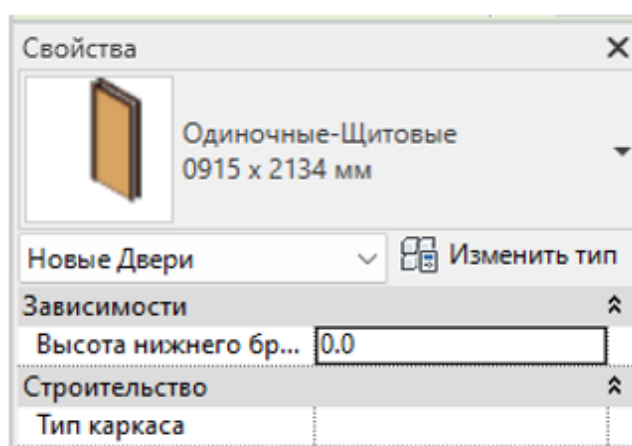


Рис. 3.29. Типоразмер двери

Разместите курсор на правой стене коридора, как показано на рисунке 3.30. При наведении курсора на стену, на ней появляется изображение двери. Пока не щелкайте мышью.

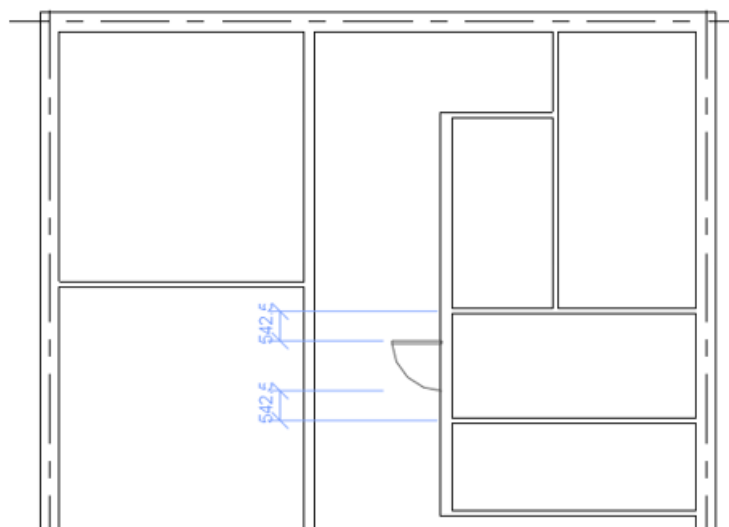


Рис. 3.30 Планирование размещения дверей

При добавлении двери, она будет открываться в ту сторону, откуда к ней приближается курсор. Независимо от начального расположения двери, направление ее открывания можно поменять сразу же после размещения.

Переместите курсор к той же стене коридора со стороны комнаты (рис. 3 31). Нажмите один раз клавишу Пробел для изменения разворота двери. Нажмите

Пробел еще раз. Таким способом вы можете менять сторону навески двери.

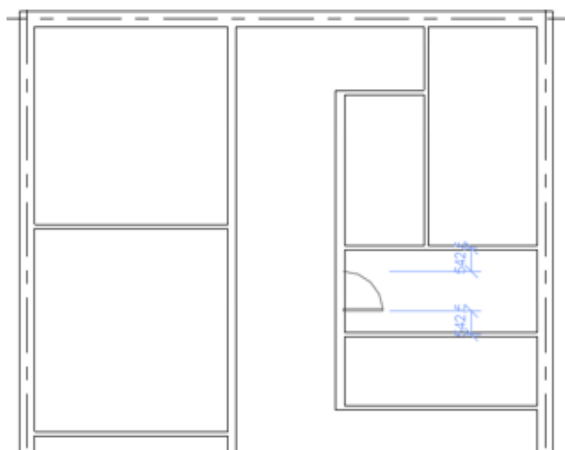


Рис. 3.31 Изменение направления открывания двери до ее установки

Щелкните мышью для добавления двери, открывающейся внутрь комнаты. Точное место размещения двери в данном примере не имеет принципиального значения.

Обратите внимание на появившиеся элементы управления синего цвета. Они управляют направлением открывания двери и стороной ее навески (рис. 3.32).

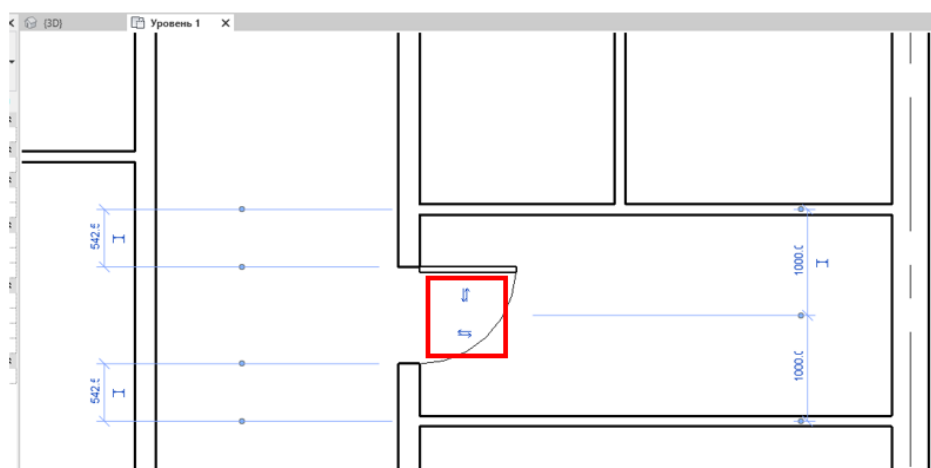


Рис. 3.32 Элементы изменения направления открывания двери после ее установки

Измените значение временного размера между дверью и нижней горизонтальной стеной – 600 мм, для подтверждения нажмите Enter.

Добавьте в проект еще одну дверь этого же типоразмера. На рисунке 3.33 добавляемая дверь обозначена номером 2.

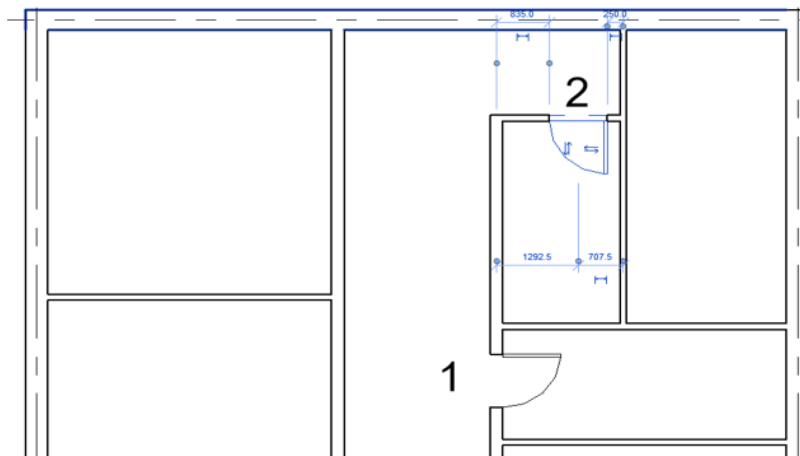


Рис. 3.33 Добавление двери 2 в проект

Загрузка новых типов дверей в проект.

На вкладке «**Архитектура**» выберите инструмент «**Дверь**». В контекстной вкладке выберите инструмент «**Загрузить семейство**» (рис. 3.34)

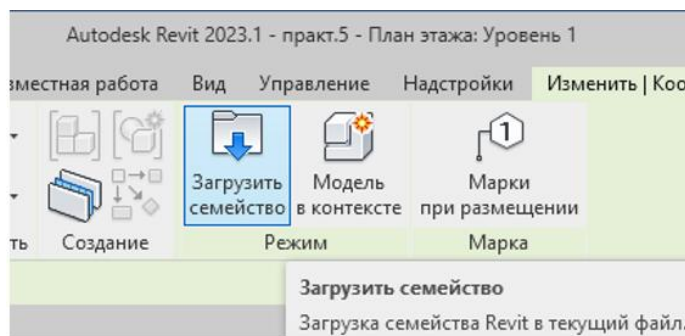


Рис. 3.34 Инструмент «Загрузить семейство»

В открывшемся диалоговом окне «**Загрузить семейство**» в папке «**Russia**» найдите и откройте папку «**Двери**» (рис. 3.35).

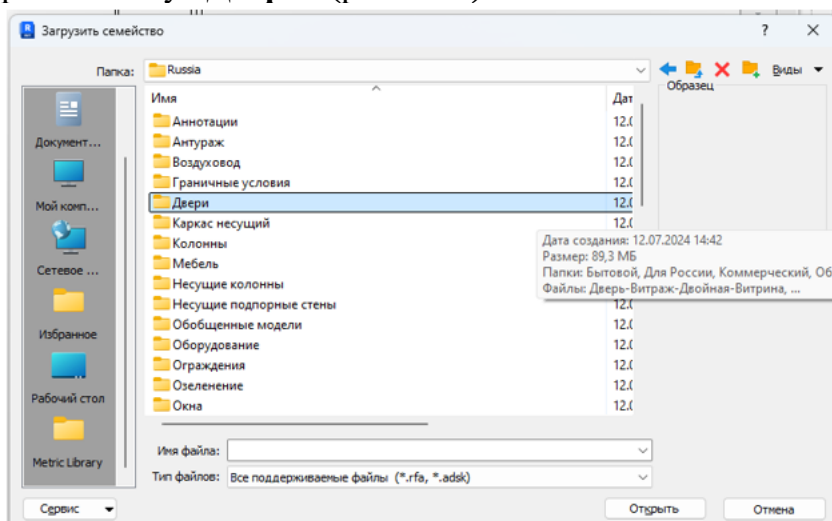


Рис. 3.35 Диалоговое окно «Загрузить семейство»

Выберите файл «**Дверь-Двойная-Остекление.rfa**» (рис. 3.36). Все файлы семейств в Revit имеют расширение **.rfa**. Обратите внимание на изображения

образца выбранного семейства дверей, отображаемый в правом верхнем углу окна. Образец может отличаться от предложенного на рисунке варианта (зависит от версии программы).

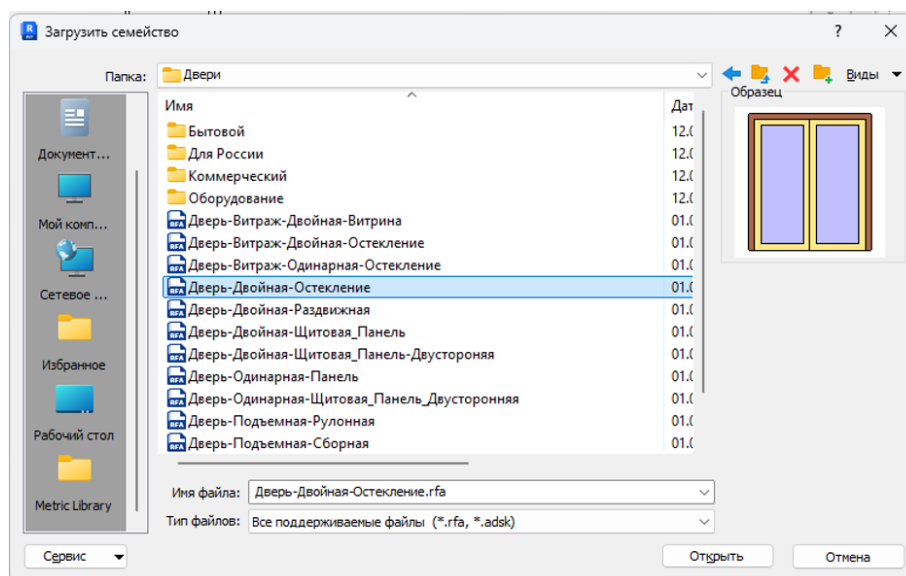


Рис. 3.36 Выбор файла семейства двери

Удерживая клавишу Ctrl, выберите еще файлы «Дверь-Одинарная-Панель.rfa» и «Дверь-Одинарная-Щитовая-Панель_Двусторонняя.rfa.» (рис. 3.37). В проект можно одновременно загрузить несколько семейств. При выборе нескольких семейств образец может не показываться.

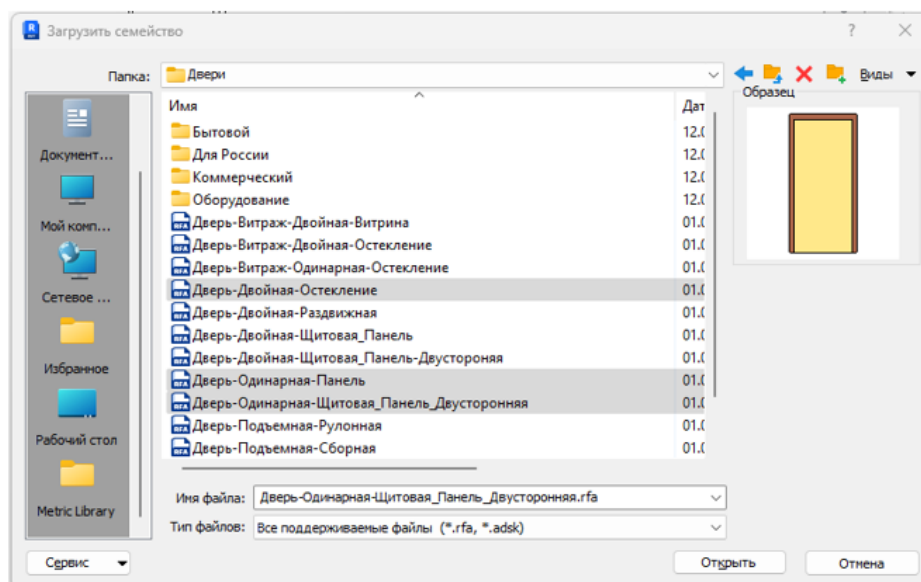


Рис. 3.37 Выбор файла семейства двери

После нажатия в диалоговом окне кнопки «Открыть», откроется диалоговое окно «Задание типов», в котором необходимо указать, какой именно тип надо загрузить в проект. Ниже на рисунках 3.38, 3.39, 3.40 указано какой тип для какого семейства выделить для загрузки в проект.

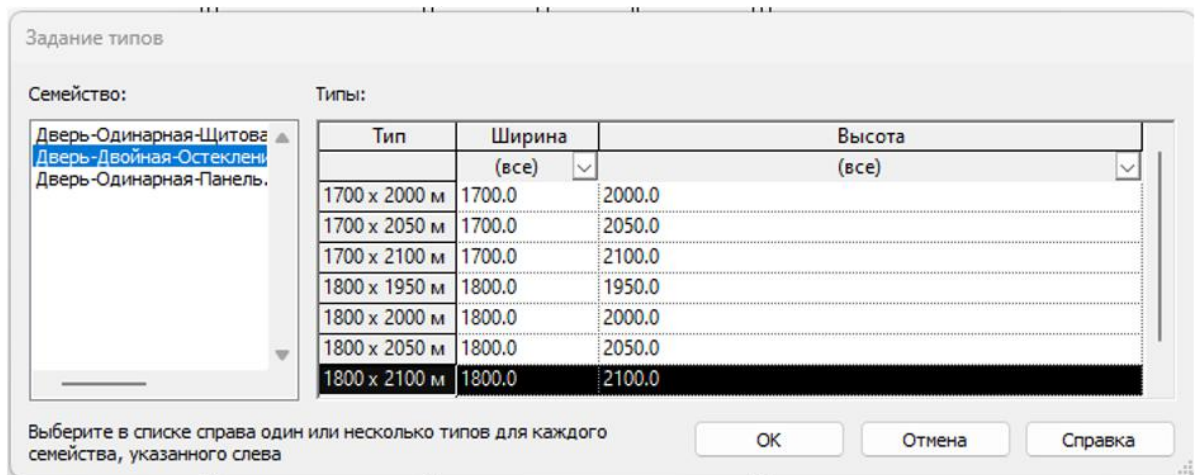


Рис. 3.38 Тип для семейства «Дверь-Двойная-Остекление»

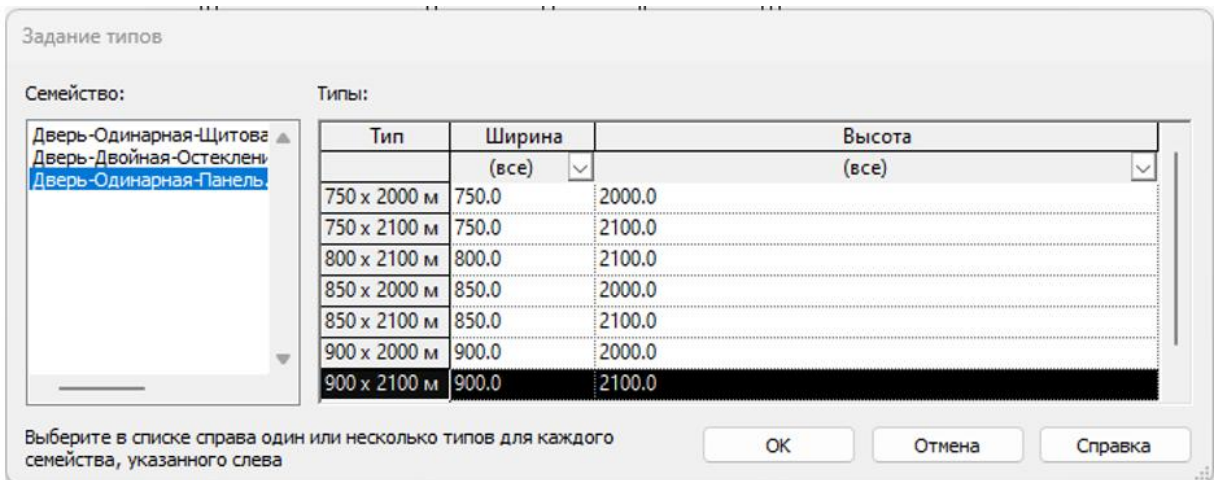


Рис. 3.39 Тип для семейства «Дверь-Одинарная-Панель»

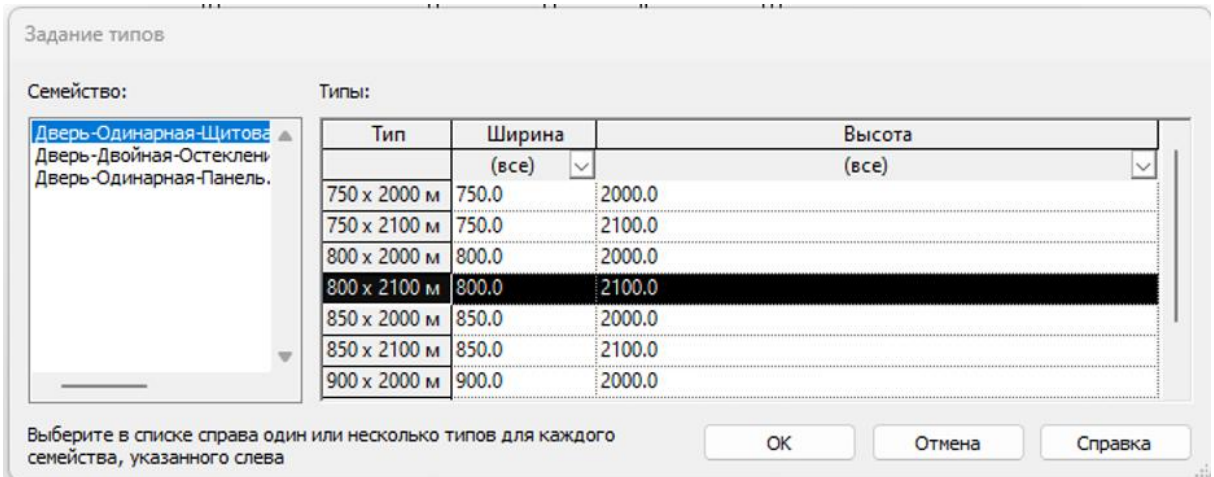


Рис. 3.40 Тип для семейства «Дверь-Одинарная-Щитовая-Панель_Двусторонняя»

После указания необходимых типов следует нажать кнопку «**ОК**». Далее произойдет загрузка выбранных семейств в проект, и они появятся в списке типоразмеров.

Вставка окон.

Окна — это компоненты, которые добавляются, как и двери, только в стены. При размещении курсора на стене появляется контур окна. Расположение наружной части окна соответствует направлению движения курсора. Как и двери, окна после установки можно развернуть.

На вкладке «**Архитектура**» инструментальной палитры выберите инструмент «**Окно**». В контекстной вкладке выберите инструмент «**Загрузить семейство**». В открывшемся диалоговом окне «**Загрузить семейство**» в папке «**Russia**» найдите и откройте папку «**Окна**» (рис. 3.41).

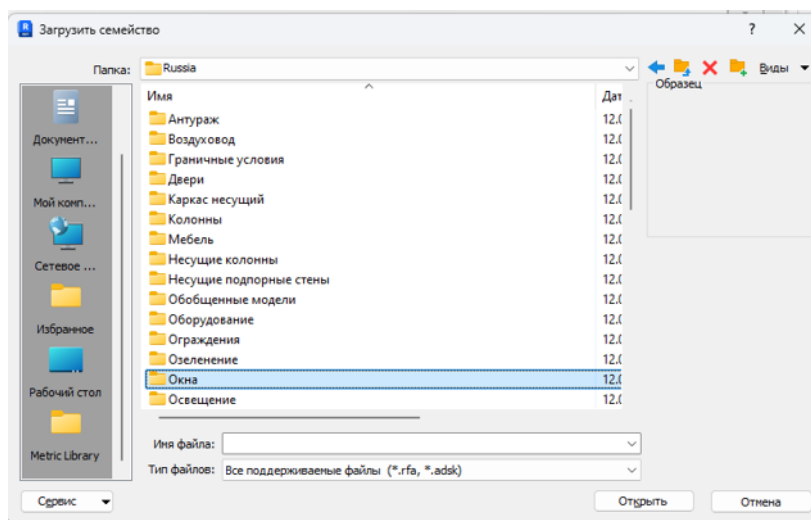


Рис. 3.41 Папка «Окна» в диалоговом окне «Загрузить семейство»

Необходимо выделить файл «**Окно-закрепленное-фрамуга.rfa**» и нажать кнопку «**Открыть**» (рис. 3.42).

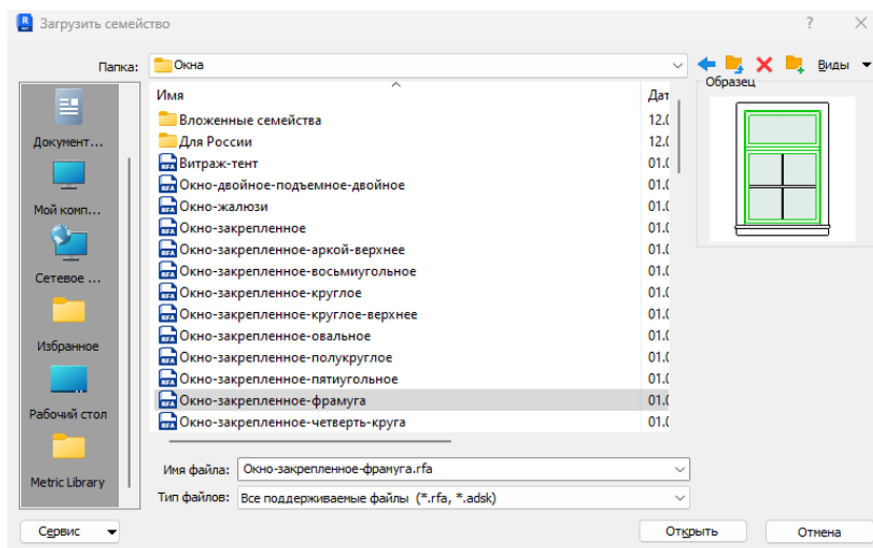


Рис. 3.42 Выбор семейств окон для загрузки в проект

В появившемся диалоговом окне выберите тип **900x900 мм** и нажмите **ОК** (рис. 3.43).

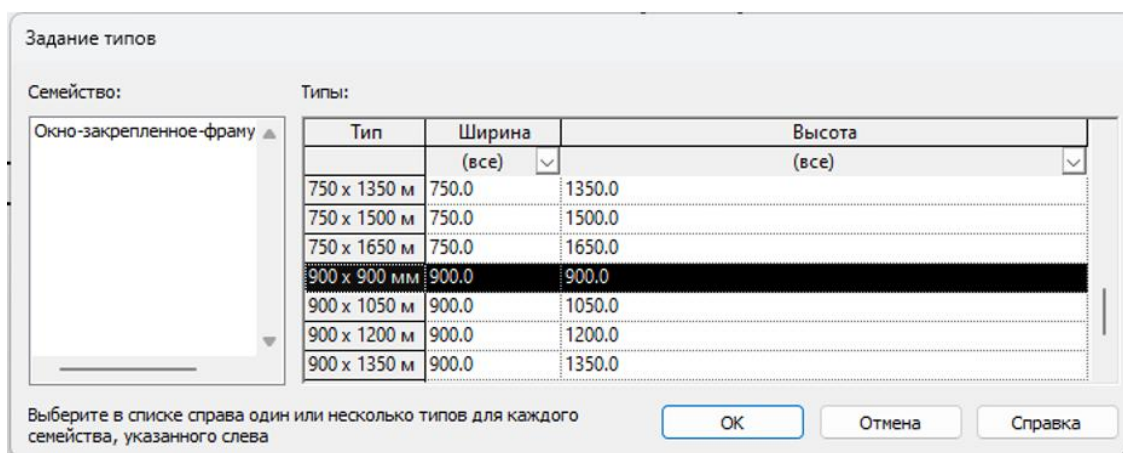


Рис. 3.43 Выбор Типа загружаемого семейства «Окна»

Загруженный тип появился в панели свойств (рис. 3.44).

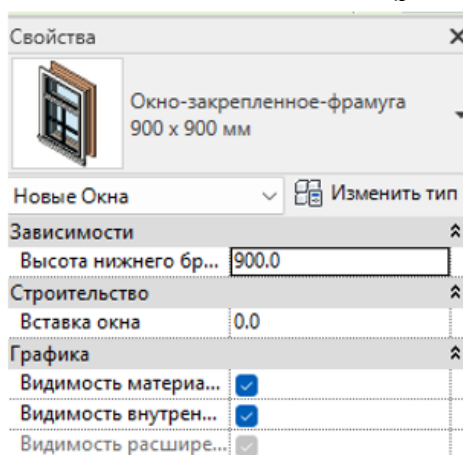


Рис. 3.44 Загруженное в проект семейство

Окна можно добавлять на видах в плане, фасадах и 3D видах. При добавлении окна на виде в плане для установки начального уровня окна по умолчанию используется высота верхней точки или высота подоконника.

Переместите курсор к наружной грани левой стороны северной наружной стены. Щелкните мышью для размещения окна, как показано на рисунке 3.45.

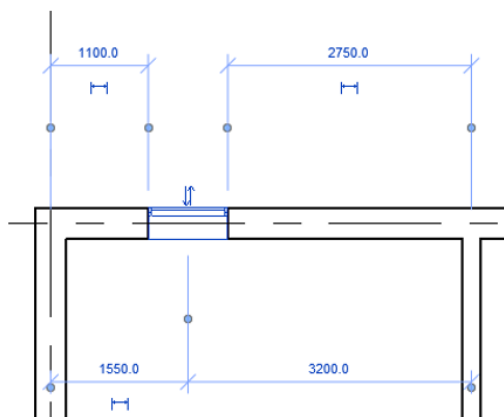


Рис. 3.45 Указание места вставки окна

Расстояние, на котором вы вставили окно пока не обязательно должно быть точно, как на рисунке.

Активируйте инструмент «Изменить», на вкладке «Вид» выберите инструмент «Тонкие линии» (рис. 3.46). Этот режим отображает линии всех элементов проекта одинаковым типом линий.

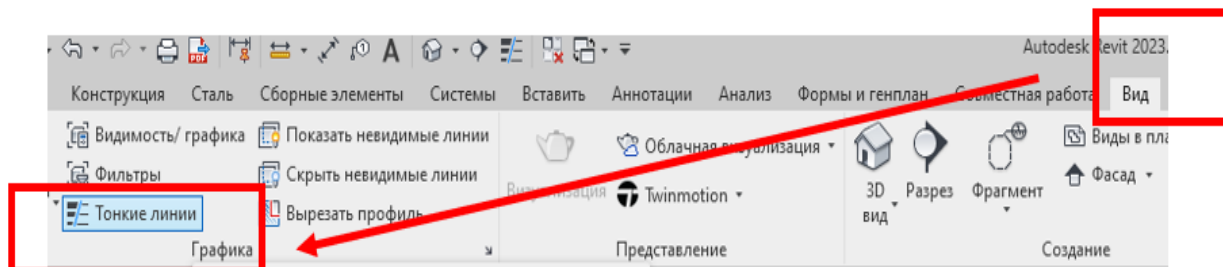


Рис. 3.46 Включение режима показа тонких линий

Выделите вставленное окно. Его необходимо разместить на расстоянии 1400 мм от оси стены (рис. 3.47) для этого используем временный размер.

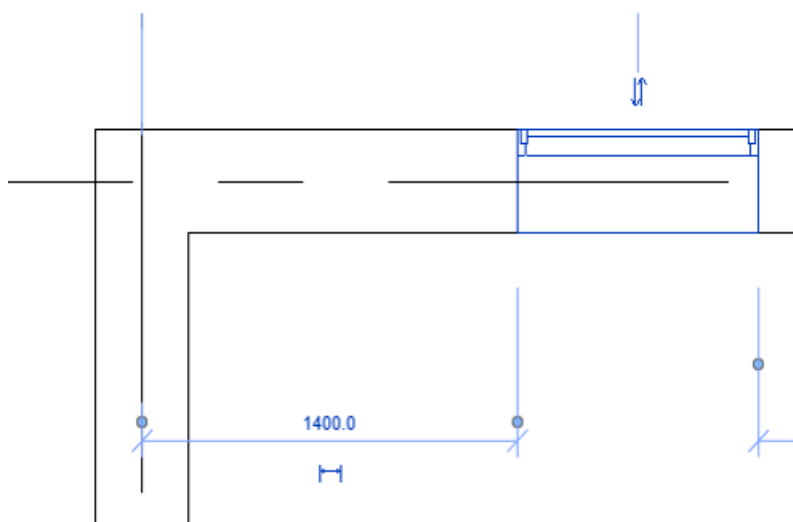


Рис. 3.47 Расстояние между осевыми линиями окна и левой стены

Значок в виде двойных стрелок точно также, как и при вставке двери означат сторону открывания, переключать режимы можно с помощью клавиши **Пробел** [1].

5. Создание крыши.

Построим **четырёхскатную крышу**:

В Диспетчере проекта развернем категорию «Виды – Планы – Крыша». На вкладке «Архитектура» выберем инструмент «Крыша» – «Крыша по контуру» (рис.3.48). При создании крыши строится эскиз и задаются границы компонентов.

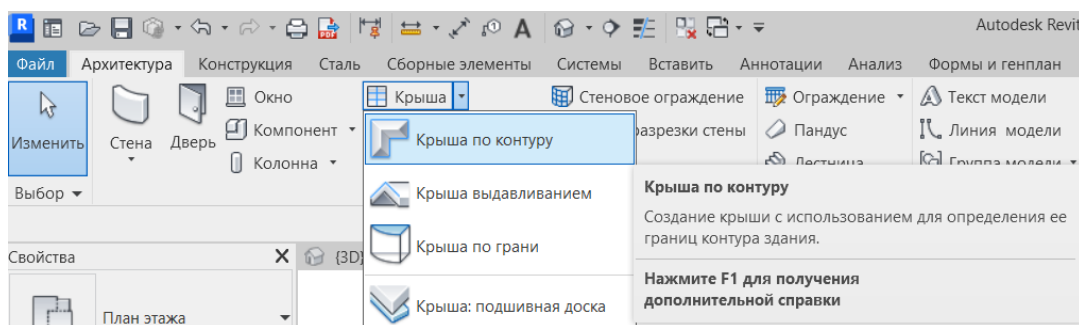


Рис. 3.48 Инструмент «Крыша по контуру»

На Ленте в разделе Рисование выбрать инструмент «**Выбрать Стены**» . На панели параметров установите следующие параметры: флажок Формирование уклона, значение параметра Свес: 600 мм., флажок Продолжить до сердцевины стены должен быть снят (рис. 3.49).



Рис. 3.49. Настройки параметров инструмента Крыша по контуру

Щелкните левой кнопкой мыши западную наружную стену. Эскизная линия при этом должна располагаться слева от стены (рис 3.50).

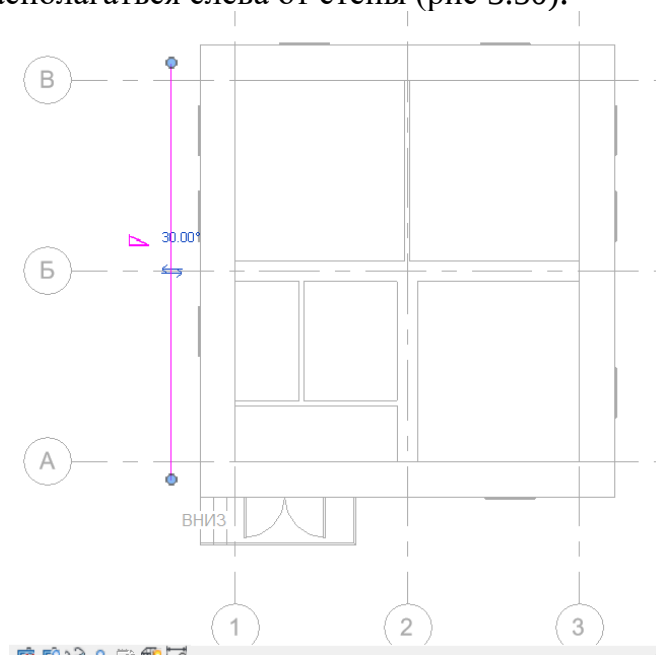


Рис. 3.50 Этап построения эскиза крыши

Щелкните левой кнопкой мыши восточную, северную и западную наружные стены (рис.3.51). Если эскизные линии будут располагаться во внутренней части помещения, щелкните на стрелках разворота.

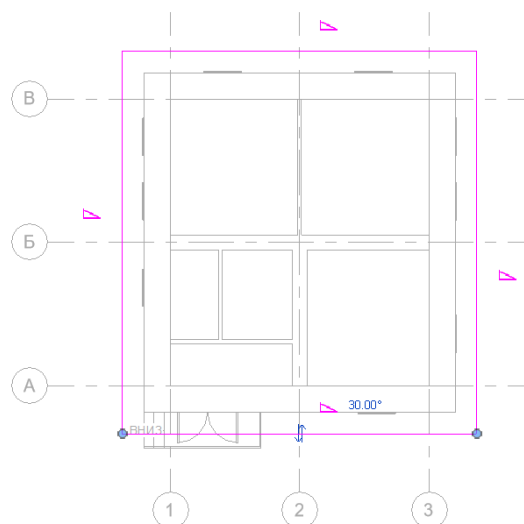


Рис. 3.51 Завершение построения эскиза крыши

В панели свойств выберите Свойства крыши – тип – Базовая крыша Типовой 400 мм. Подтвердите эскиз . Просмотрите результат в режиме 3D (рис.3.52).

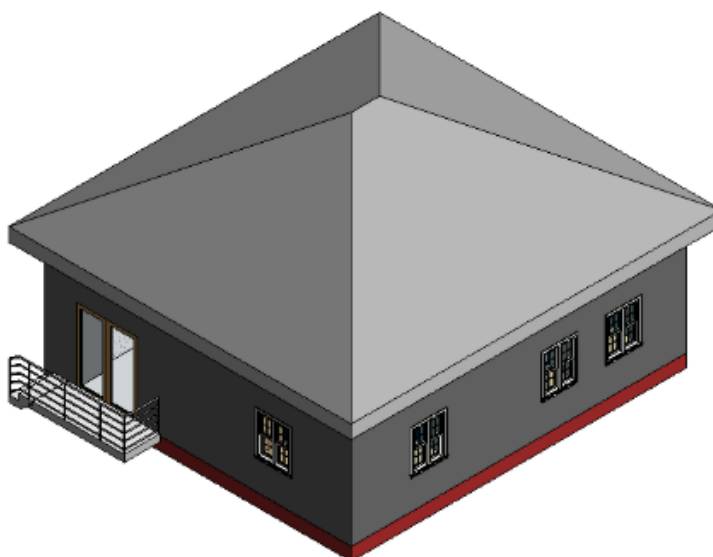


Рис. 3.52 Результат построения четырехскатной крыши

СПИСОК ИСТОЧНИКОВ ЛИТЕРАТУРЫ ПО ТЕМЕ 3 «БАЗОВЫЕ ЭЛЕМЕНТЫ ПРОЕКТИРОВАНИЯ В AUTODESK REVIT»:

1. Прижвижкин, С.В. Основы технологий информационного моделирования зданий: учебно-методическое пособие. / С.В. Придвигкин, В.Б. Сальников, М.М. Карманова, С.А. Сербин; науч.ред. Н.И. Фомин. – Екатеринбург: ООО «Издательство учебно-методический центр УПИ», 2021. – 225 с.

1. Понятие и классификация семейств.
2. Редактор семейств.
3. Параметры типа и экземпляра.
4. Загрузка семейств в проект.
5. Библиотеки семейств.

1. Понятие и классификация семейств.

Семейство – это группа схожих элементов, которая характеризуется общим набором свойств и связанных с ними графических представлений. Каждое семейство принадлежит одной конкретной категории и получает из категории набор первичных параметров. Остальные параметры задаются пользователем (при необходимости). Семейства — это аналог библиотек в других САПР.

Семейство является цифровым аналогом физического строительного элемента (двери, колонны, стены, трубы, инженерного оборудования и прочих элементов). BIM-модель, будучи цифровым аналогом реального объекта строительства, представляет собой совокупность семейств, собранную по определенным правилам. Семейства разрабатываются на основе шаблонов семейств (файл с расширением RFT, содержащий настройки категории и параметров семейства, а также настройки основы и опорных элементов (каркаса семейства), используемый для создания новых загружаемых семейств). Семейства, размещенные в BIM-модели, становятся элементами модели, которые по мере развития проекта накапливают необходимую на разных стадиях жизненного цикла информацию.

Выделяют вложенное семейство (Загружаемое семейство, которое используется внутри другого семейства с возможностью установки зависимостей, но без учета в спецификациях.) и общее семейство (Вложенное семейство с возможностью маркировки в проекте и учета в спецификациях в проекте.)

✓ Классификация семейств по типам (рис. 4.1):

а) «системные» – семейства, которые могут быть созданы только в среде проекта Autodesk Revit стандартными инструментами, например, стена, перекрытие, воздуховод и т.п. 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.;

б) «загружаемые» – семейства, которые могут быть созданы пользователем в среде редактора семейств с помощью инструментария редактора семейств, например, окно, балка, насос. Также, к загружаемым семействам, помимо реальных объектов, определяются некоторые аннотации в Revit: марки, обозначения и основные надписи. Все загружаемые семейства создаются в отдельном файле с расширением «.rfa» 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. Кроме того, в любой момент можно открыть загружаемые семейства для редактирования, как непосредственно из проекта/шаблона проекта/загружаемого семейства, так и из папки, в которой они сохранены.

в) «контекстные» - семейства, создаваемые внутри проекта Autodesk Revit с помощью инструментария редактора семейств, могут создаваться, в том числе в «системных» категориях, например, пользовательская стена, перекрытие и т.п. Контекстные семейства – это уникальные элементы, создаваемые для моделирования компонентов, предназначенных для конкретного проекта. При создании таких элементов имеется возможность привязываться к существующей геометрии проекта. В результате, при изменении такой геометрии будет меняться и геометрия контекстного семейства. Данный вид семейств представляет собой нечто среднее между загружаемыми и системными семействами. С одной стороны, в плане создания и редактирования он аналогичен загружаемым семействам. Но, с другой стороны, как и для системных семейств, для этого типа семейств не существует ни отдельного файла, ни отдельного редактора. Вся информация о таких семействах хранится в пределах одного проекта и все действия с ним так же выполняются в пределах проекта. Контекстные семейства в Revit 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.



Рис. 4.1 Классификация семейств по типам

- ✓ **Классификация по привязке к производителю:**
 - а) «обобщенные»: семейства являются цифровым представлением строительного элемента, производитель для которого не определен;
 - б) семейства типа «продукт»: являются цифровым представлением продукции конкретного производителя.
- ✓ **Классификация по уровню параметризации:**
 - а) параметрические семейства: семейства, размещаемые экземпляры которых можно менять без фактического изменения внешнего файла в редакторе семейств;
 - б) непараметрические семейства: семейства, которые созданы без возможности их изменять.
- ✓ **Классификация по области применения:**

- а) архитектура и дизайн;
- б) строительные конструкции;
- в) инженерные коммуникации;
- г) прочие области применения [1].

2. Редактор семейств.

Редактор семейств — это графический режим редактирования в Revit, позволяющий создавать **семейства** и использовать их в модели. В редакторе создаются 3D модели, добавляются параметры и опорные плоскости и настраивается работа семейства.

Рассмотрим несколько способов как попасть в редактор семейств:

Способ 1.

На любом виде (плане этажей, разрезе, фасаде, 3D-виде) выбираем загружаемое семейство и нажимаем команду «Редактировать семейство» (рис. 4.2) и попадаем в Редактор семейств (рис.4.3).

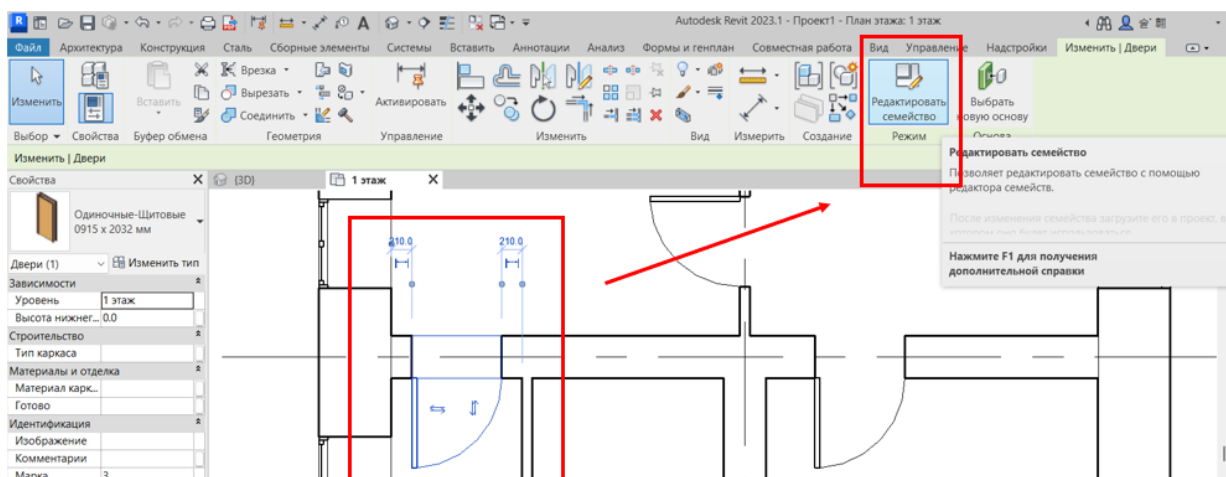


Рис.4.2 Команда «Редактировать семейство»

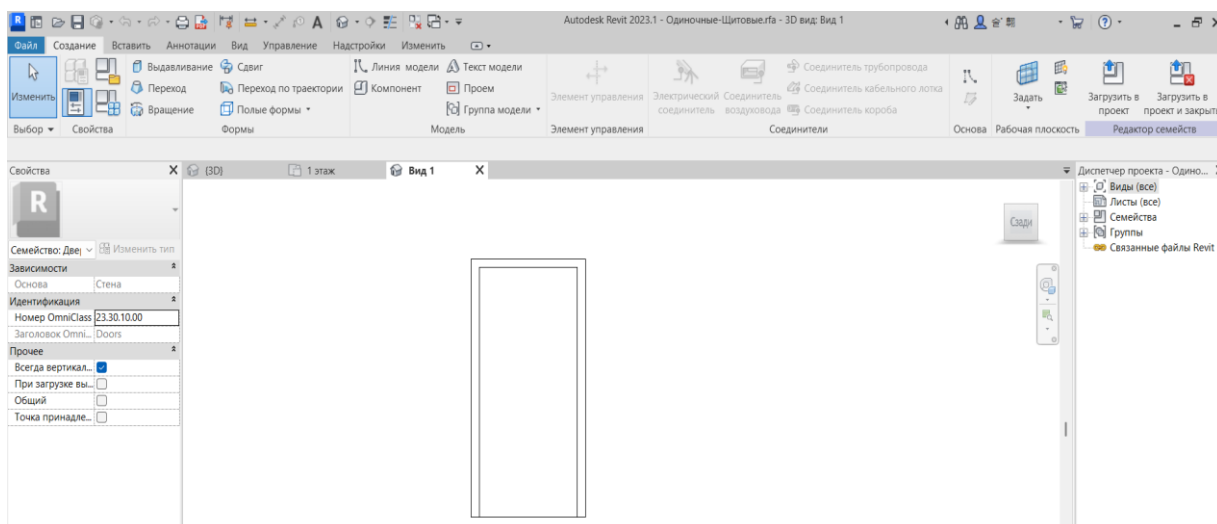


Рис. 4.3 Редактор семейств

Способ 2.

Во вкладке "Архитектура" выбираем команду «Компонент» – «Модель в контексте» (рис.4.4) и создать новую модель в контексте. После того как зададим «Имя» мы снова окажемся в редакторе семейств.

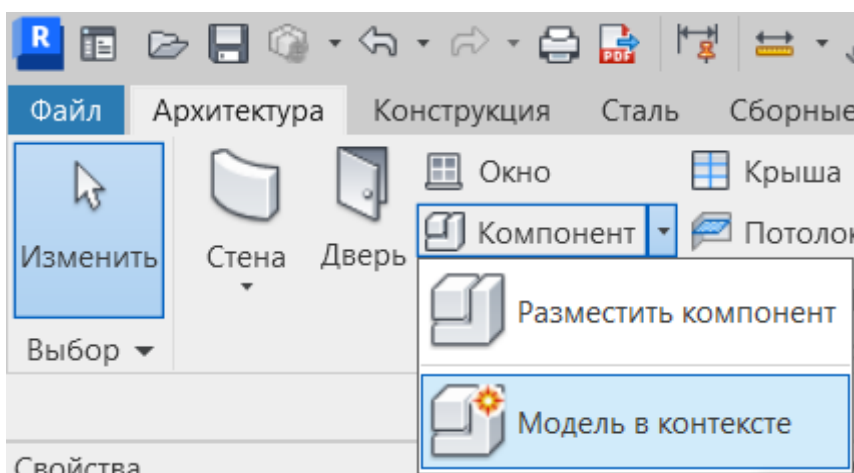


Рис. 4.4 Команда «Модель в контексте»

Окно **редактора семейств** по своему внешнему виду и функциям сходно со средой проекта в Revit, но на вкладке "Создание" расположены другие инструменты. Вкладка "Создание" содержит инструменты для работы с семейством.

Рассмотрим отличительные инструменты редактора семейств.

➤ Окно «Категория и параметры семейства» (рис. 4.5). Здесь мы настраиваем к какой категории относится семейство и специфические свойства, которые есть у категории.

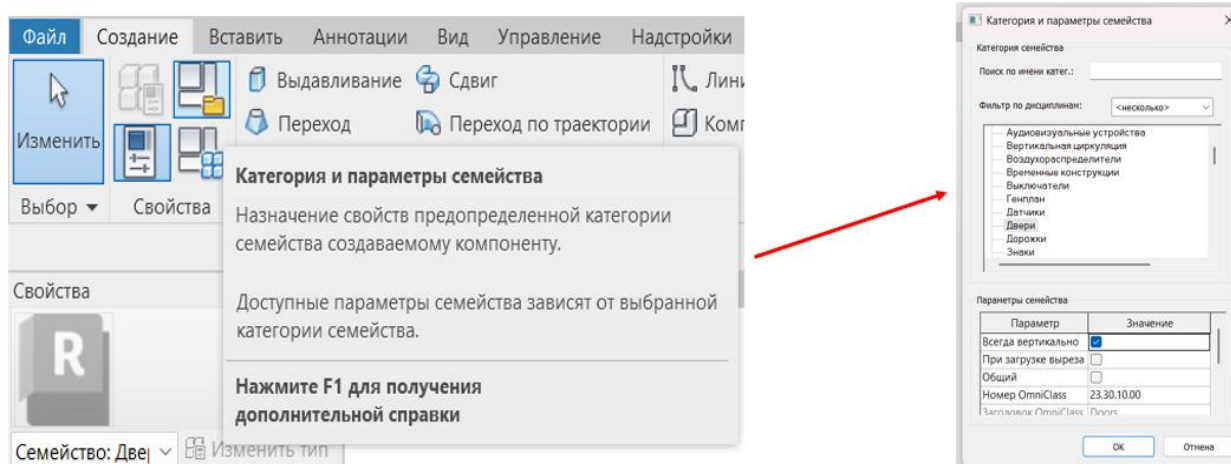


Рис. 4.5 Окно «Категория и параметры семейства»

➤ Окно «Типоразмеры в семействе» (рис. 4.6) позволяет создавать новый тип, переименовывать или удалять уже созданные типоразмеры. Можно редактировать параметры, добавлять новые параметр , сортировать их по имени и значению.

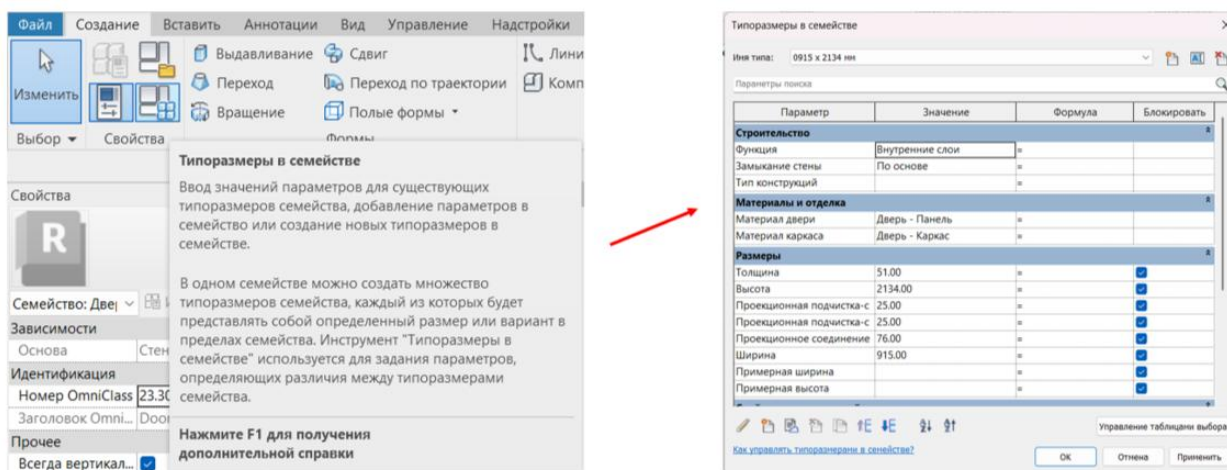


Рис. 4.7 Окно «Типоразмеры в семействе»

Для того чтобы нам показать, как семейство будет выглядеть в проекте необходимо нажать кнопку «Загрузить в проект» (рис 4.8).

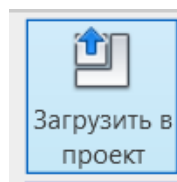


Рис.4.8 Команда «Загрузить в проект»

Изменения в проекте не сохраняются автоматически в семействе. Для сохранения изменений в самом семействе нужно зайти в редактор и сохранить семейство заново (Файл – Сохранить как – Семейства – Имя файла – Сохранить).

3. Параметры типа и экземпляра.

Загружаемые семейства представляют собой многопараметрические библиотечные элементы. Семейства могут быть представлены несколькими типоразмерами, в которых параметрам назначены определенные значения. Часть семейств из указанной папки прикрепляются к проекту согласно его шаблону, а другие включаются в состав проекта в процессе работы над ним. Настройка семейств сводится к изменению значений их параметров (свойств), разбитых на два вида:

Параметры экземпляра.

Эти параметры представлены на панели Свойства (рис. 4.9) и включает свойства вхождений, определяющих, как правило, размещение элемента в проекте. Например, для окна к таким свойствам можно отнести уровень подоконника, характеризующий размещение конкретного окна. Для стены это может быть базовая зависимость и т.п. Изменение свойств экземпляра действует только на выбранные элементы. Если в области чертежа отсутствует выделение, на панели Свойства отображаются свойства вида. Для перехода к свойствам вида при наличии выделенного элемента необходимо выбрать в верхнем списке имя вида.

Панель Свойства может постоянно присутствовать на экране, что позволяет быстрее получить доступ к параметрам модели и вида.

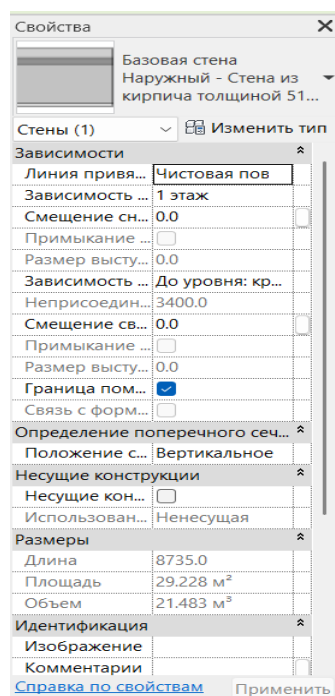


Рис. 4.9 Панель свойства экземпляра

Параметры типа.

Этот вид свойств (параметров) характеризует наиболее важные размеры для определенного конструктивного исполнения (геометрии) семейства, а также атрибуты внешнего вида. Набор значений таких свойств называется *типоразмером*.

Состав параметров, характеризующих типоразмер, можно изменить при редактировании семейств, а изменение значений этих параметров доступно в самом проекте. Свойства типа действуют на все вложенные семейства этого типа в проекте и любые вложения, которые будут помещены в проект.

Свойства типа представляются в одноименном окне (рис. 4.10). Открыть его можно, выбрав в Диспетчере проектов из контекстного меню на имени типоразмера команду Свойства или дважды щелкнув на этом имени. Можно также нажать в панели Свойства кнопку Изменить тип [2].

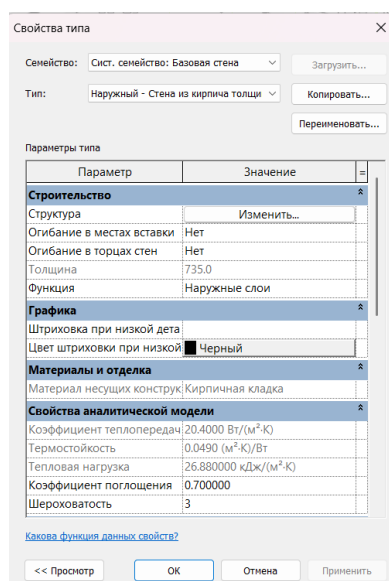


Рис. 4.10 Свойства типа

4. Загрузка семейств в проект.

Рассмотрим загрузку в проект одного или нескольких семейств (с применением новых типов) на примере семейства «Двери».

- На вкладке «**Архитектура**» выберите инструмент «**Дверь**». На панели параметров нажмите кнопку «**Загрузить**».

- В контекстной вкладке выберите инструмент «**Загрузить семейство**» (рис. 4.11)

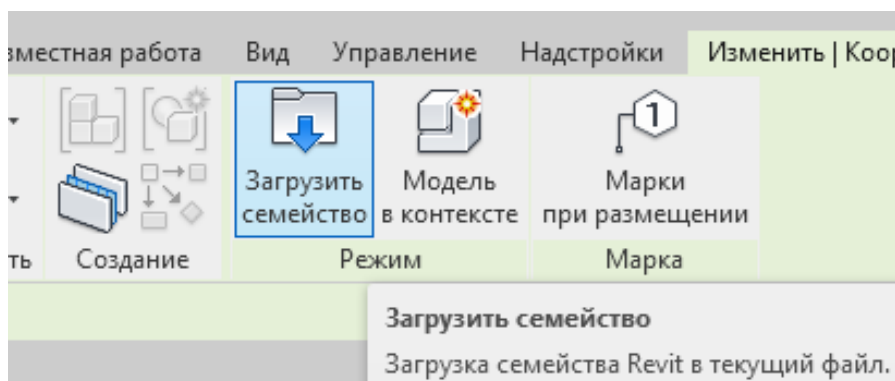


Рис. 4.11 Инструмент «Загрузить семейство»

- В открывшемся диалоговом окне «**Загрузить семейство**» в папке «**Russia**» найдите и откройте папку «**Двери**» (рис. 4.12).

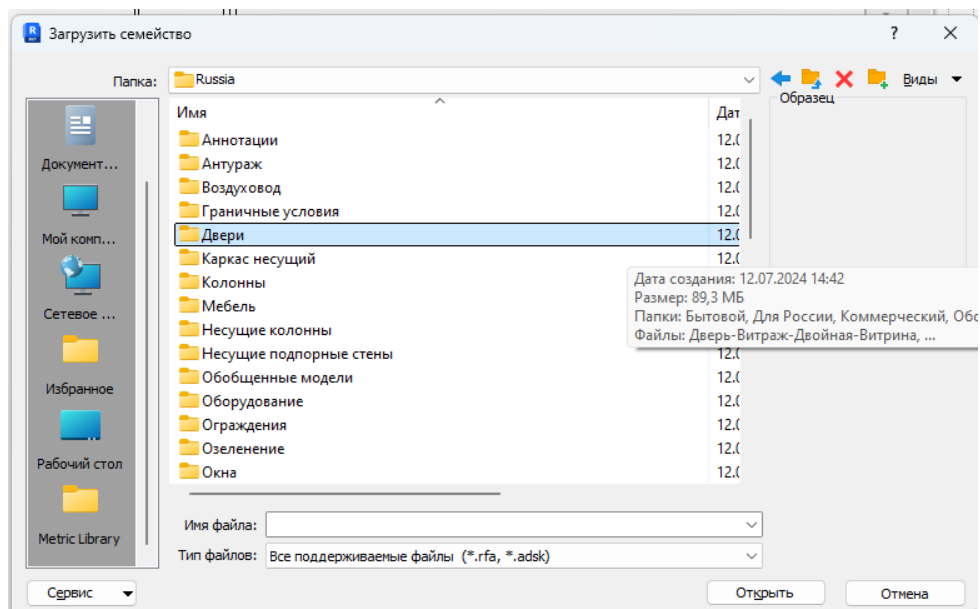


Рис. 4.12 Диалоговое окно «Загрузить семейство»

– Выберите файл «Дверь-Двойная-Остекление.rfa» (рис. 4.13). Все файлы семейств в Revit имеют расширение **.rfa**. Обратите внимание на изображения образца выбранного семейства дверей, отображаемый в правом верхнем углу окна. Образец может отличаться от предложенного на рисунке варианта (зависит от версии программы).

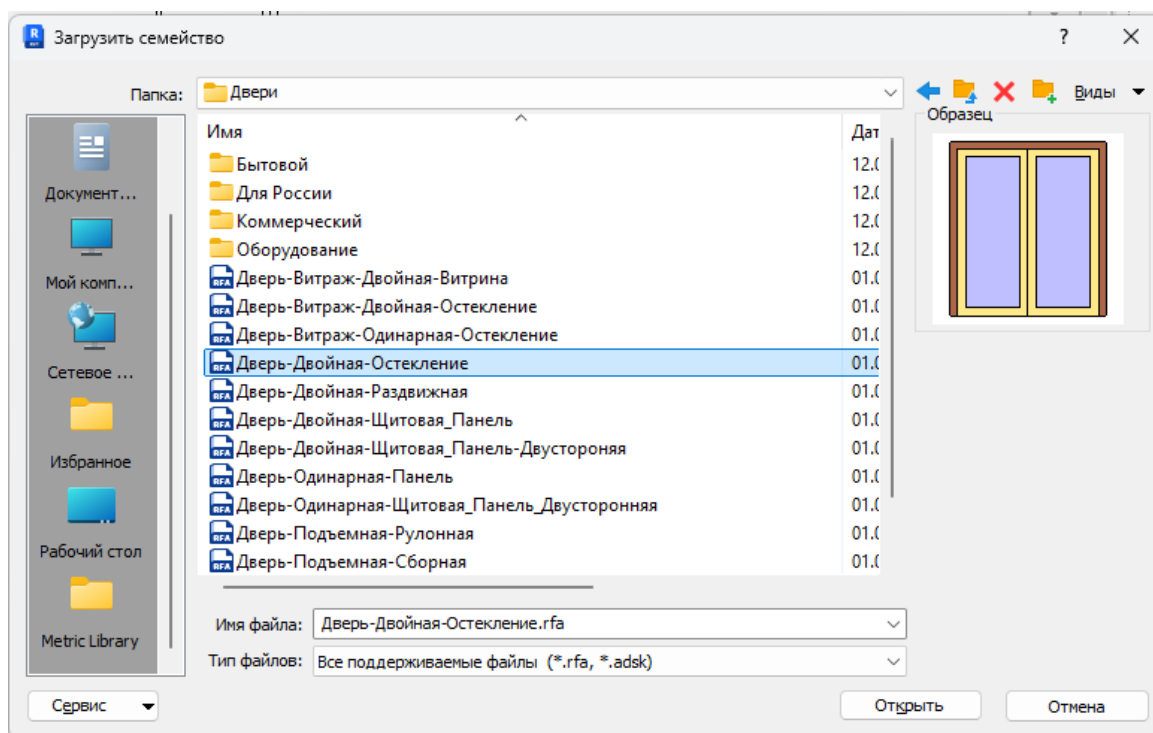


Рис. 4.13 Выбор файла семейства двери

– Удерживая клавишу **Ctrl**, выберите еще файлы «Дверь-Одинарная-Панель.rfa» и «Дверь-Одинарная-Щитовая-Панель_Двусторонняя.rfa.» (рис .4.14). В проект можно одновременно загрузить несколько семейств. При выборе нескольких семейств образец может не показываться.

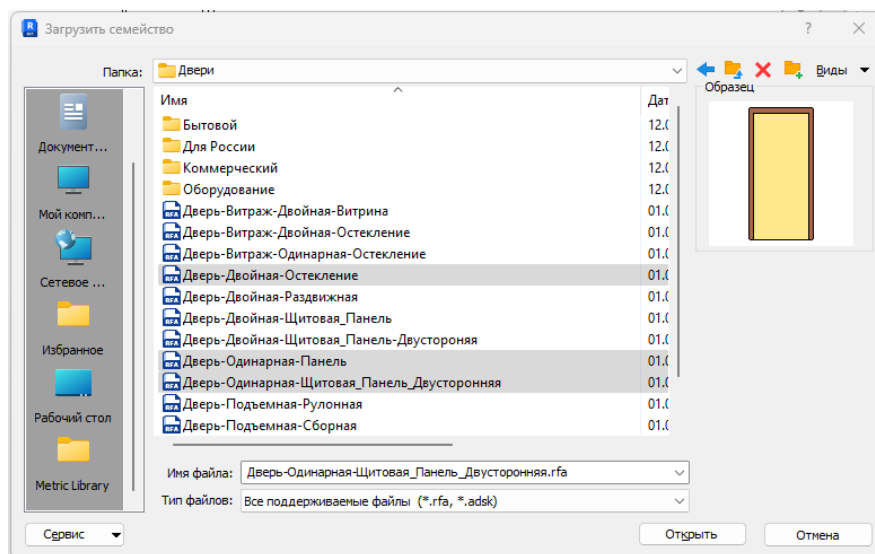


Рис. 4.14 Выбор файла семейства двери

– После нажатия в диалоговом окне кнопки **Открыть**, откроется диалоговое окно **Задание типов**, в котором необходимо указать, какой именно тип надо загрузить в проект. Ниже на рисунках 4.15, 4.16, 4.17 указано какой тип для какого семейства выделить для загрузки в проект.

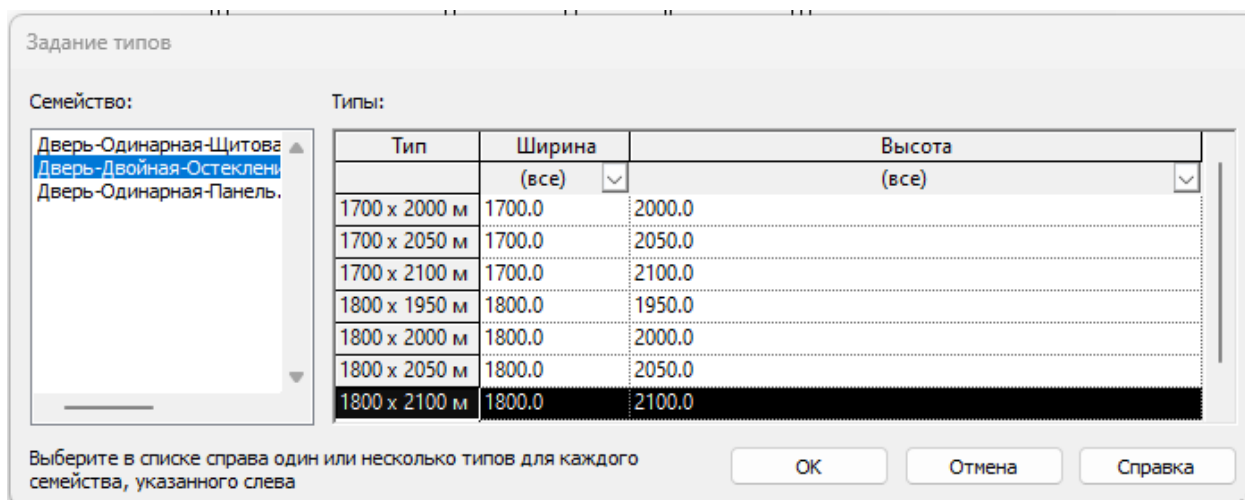


Рис.4. 15 Тип для семейства Дверь-Двойная-Остекление

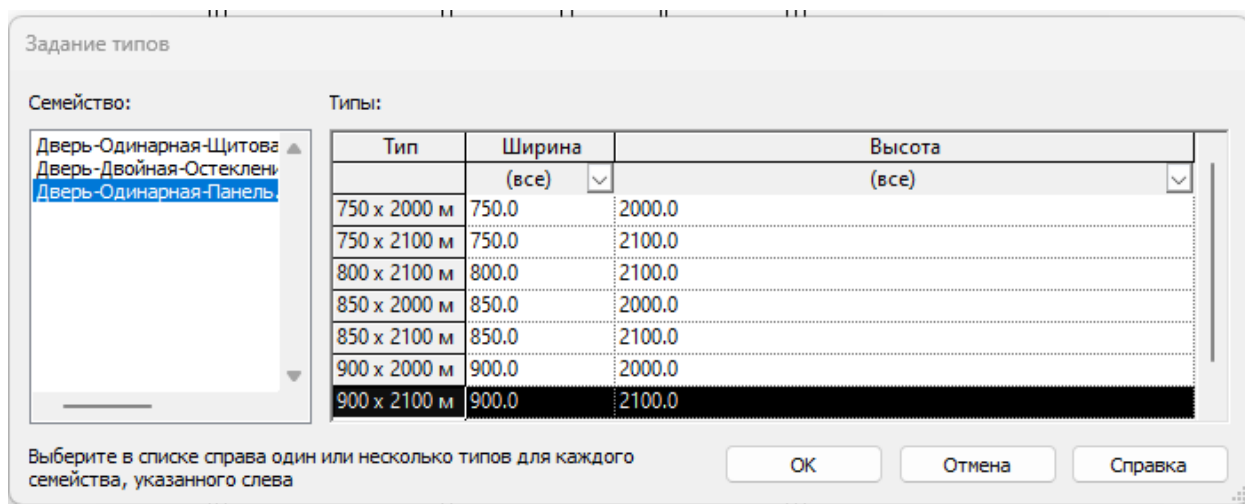


Рис. 4.16 Тип для семейства Дверь-Одинарная-Панель

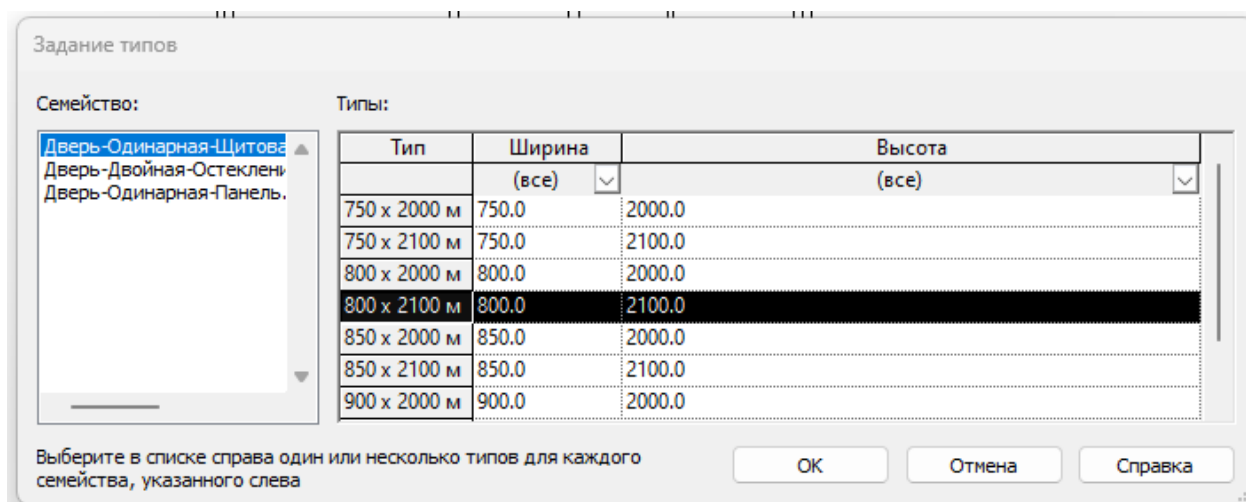


Рис.4.17 Тип для семейства Дверь-Одинарная-Щитовая-Панель_Двусторонняя

– После указания необходимых типов следует нажать кнопку «**ОК**».

Далее произойдет загрузка выбранных семейств в проект, и они появятся в списке типоразмеров (рис. 4.18).

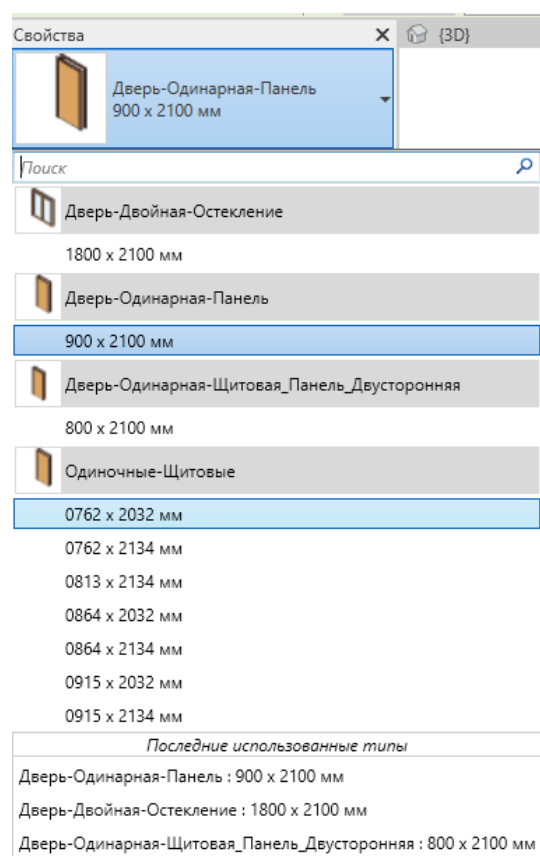


Рис. 4.18 Список типоразмеров Двери

Второй способ загрузки семейства в проект.

– Заходим на вкладку «**Вставка**» и нажимаем на иконку «**Загрузить семейство**» . Открывается окно, в котором мы должны выбрать нужное нам семейство в формате rfa. В русской версии Revit Architecture у нас сразу откроется

стандартная библиотека семейств «Russia», где много разных типов семейств, которые можно использовать. Также можно скачать свои семейства Revit, для этого есть много ресурсов в интернете. Далее мы выбираем нужное нам семейство и нажимаем «Открыть». После того, как семейство подгрузилось в шаблон проекта нам остается разместить его в самом проекте. Для этого находим вкладку «Архитектура» — «Компонент» — «Разместить компонент» (CM) (рис. 4.19) и указываем точку размещения загружаемого семейства.

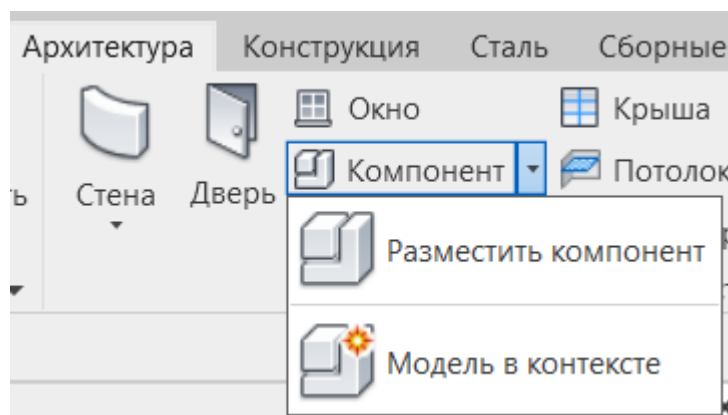


Рис. 4.19 Вкладка «Компонент»

Найти загружаемое семейство можно через панель диспетчера проекта. Откройте панель диспетчера и перейдите во вкладку «Семейства», раскрыв эту вкладку вы найдете полный список доступных семейств, выбрав категорию, наименование и тип. Путем перетаскивания можно разместить любое семейство из списка на рабочей плоскости [3].

5. Библиотеки семейств.

Библиотека семейств – это коллекция готовых элементов, которые можно использовать для создания проектов в Revit. Она позволяет быстро наполнить модель необходимыми компонентами без необходимости создавать их с нуля.

Стандартная библиотека семейств – это встроенный набор готовых параметрических компонентов, который является частью базовой версии Revit. Она содержит все необходимые элементы для проектирования зданий и сооружений (рис. 4.20).

Происхождение элементов библиотек:

- ✓ Пользовательские элементы - создаются в процессе работы над проектами, часто специфичны для конкретной компании.
- ✓ Коммерческие библиотеки - разрабатываются производителями BIM-инструментов как дополнение к программным продуктам.
- ✓ Производственные библиотеки - создаются производителями строительных материалов для популяризации своей продукции
- ✓ Государственные библиотеки - формируются специальными структурами для унификации процессов. В Республике Беларусь такие библиотеки есть.

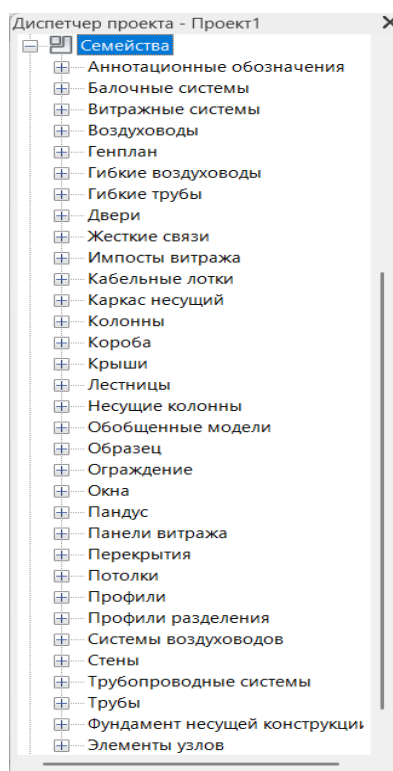


Рис.4.20 Стандартная библиотека семейств

Основные типы библиотек:

- ✓ Базовые библиотеки от разработчиков ПО.
- ✓ Специализированные библиотеки от производителей продукции.
- ✓ Корпоративные библиотеки компаний.
- ✓ Национальные библиотеки компонентов.

Скачать семейства для Revit можно бесплатно из открытых источников или же платно по подписке или за единовременный платеж. Вот несколько основных источников:

- ✓ Официальный сайт Autodesk (разработчик Revit) предоставляет огромное количество семейств и шаблонов на своем сайте. Здесь представлены и стандартные элементы и специализированные объекты для различных типов проектов.
- ✓ Специализированные web-сайты. Данные сайты предлагают пользовательские и профессиональные семейства для скачивания (как платные версии, так и бесплатные).
- ✓ Библиотеки от сообщества пользователей. Данные сообщества делятся своими семействами и шаблонами через различные форумы, блоги, соцсети. Например, Блог Вадима Муратова - Revit: библиотеки семейств (https://dzen.ru/a/YodXzi6QeX7_RNXP).

СПИСОК ИСТОЧНИКОВ ЛИТЕРАТУРЫ ПО ТЕМЕ 4 «СОЗДАНИЕ ПОЛЬЗОВАТЕЛЬСКОГО СЕМЕЙСТВА В AUTODESK REVIT»:

1. Руководство по созданию семейств Autodesk Revit [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://prombim.csd.ru/upload/iblock/265/Руководство%20по%20созданию%20семейств%20Autodesk%20Revit.pdf>. – Дата доступа: 07.05.2025.
2. Кирколуп, Е. Р. Информационное моделирование объектов строительства [Электронное издание] : практикум / Е. Р. Кирколуп ; Алт. гос. техн. ун-т им. И. И. Ползунова. – Барнаул : Изд-во АлтГТУ, 2020. – Режим доступа : http://elib.altstu.ru/uploads/open_mat/2020/Kirkolup_InfModObjStr_LP_ump.pdf
3. Прижвижкин, С.В. Основы технологий информационного моделирования зданий: учебно-методическое пособие. / С.В. Придвижкин, В.Б. Сальников, М.М. Карманова, С.А. Сербин; науч.ред. Н.И. Фомин. – Екатеринбург: ООО «Издательство учебно-методический центр УПИ», 2021. – 225 с.

1. Создание и настройка листа. Размещение видов на листе.
2. Аннотации в Revit.
3. Спецификации в Revit. Создание спецификаций по элементам из модели (окна, двери и др.).
4. Экспорт чертежей в PDF и DWG. Настройка параметров печати.

1. Создание и настройка листа. Размещение видов на листе.

Команда «Лист»  находится во вкладке «Вид», блоке команд - Композиция листов. В открывшемся диалоговом окне (рис. 5.1) мы можем видеть различные семейства и их типы для создания листов.

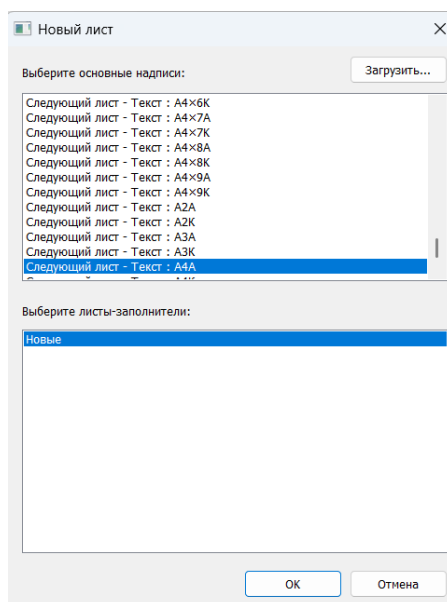


Рис. 5.1 Диалоговое окно «Новый лист»

Самостоятельно создать такое семейство можно с помощью шаблонов, которые лежат в папке основные надписи. Эти семейства представляют собой совокупность 2D элементов, к которым можно добавлять различные линии, метки, штриховки, текст и прочие аннотационные обозначения.

Для Revit 2023: после нажатия команды Лист, в диалоговом окне нажимаем кнопку Загрузить – Russian – Основные надписи – Для России- Первый лист- Открыть. В свойствах Листа выбираем Первый лист A3K. Изменяем его тип (копируем и задаем свое имя) для дальнейшей работы.

Нам необходимо отредактировать штамп, для этого в рабочем поле выделяем наш лист и нажимаем команду «**Редактировать Семейство**» (рис 5.2.) и переходим в редактор семейств (рис 5.3.).

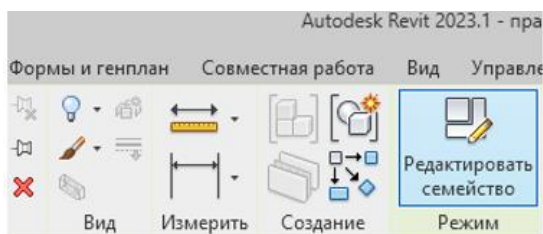


Рис.5.2 Команда «Редактировать семейство»

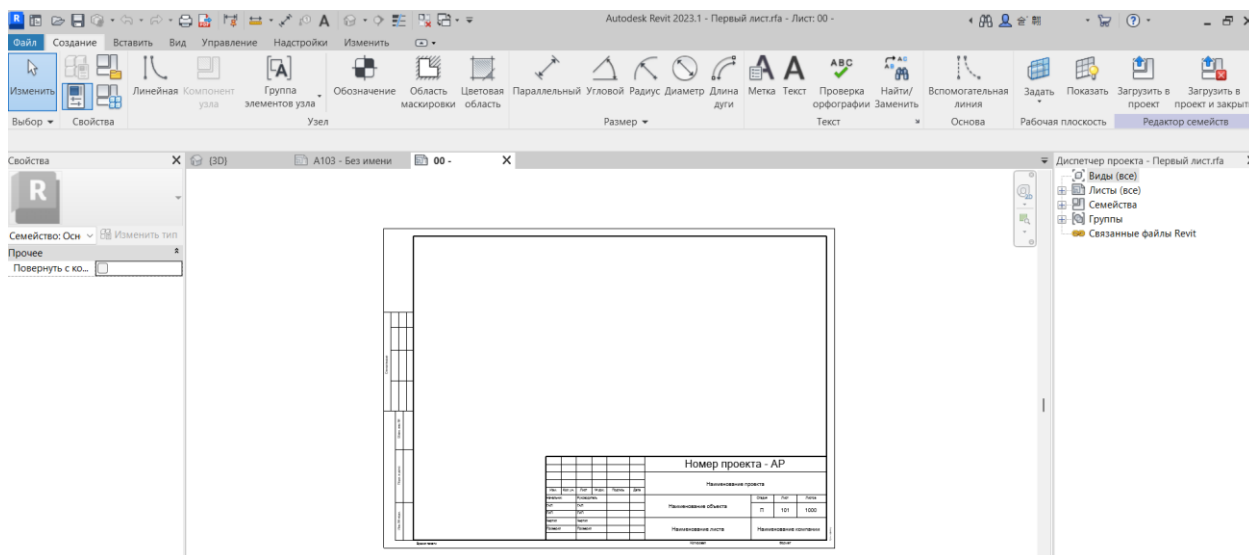


Рис. 5.3 Редактор семейств

Надпись «Номер проекта – AP» является меткой, которая включает в себя параметры проекта. Для того чтобы отредактировать метку нужно двойным щелчком мыши выделить надпись и нажимаем команду «Редактировать метку» (рис.5.4). Таким образом, мы по своему усмотрению можем включать любые параметры в метку, относящиеся к категории «Лист». Далее нажимаем кнопку «Готово» и «Загрузить в проект» (рис.5.5).

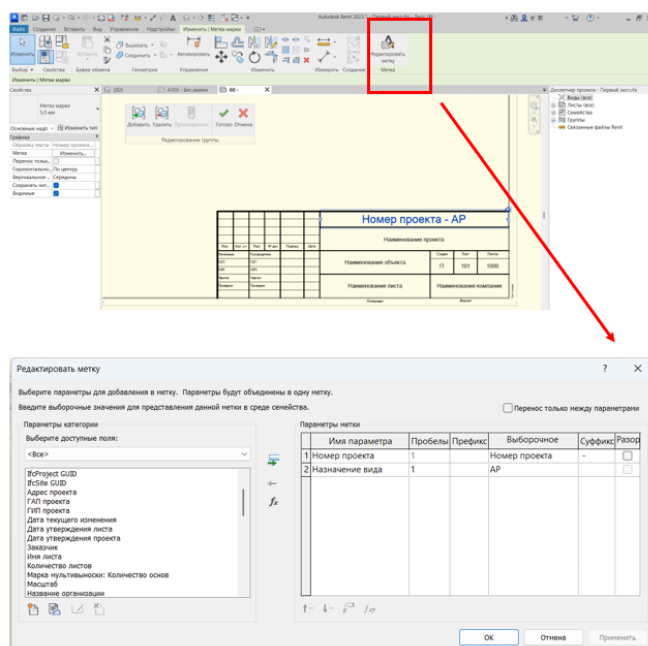


Рис.5.4 Редактирование метки

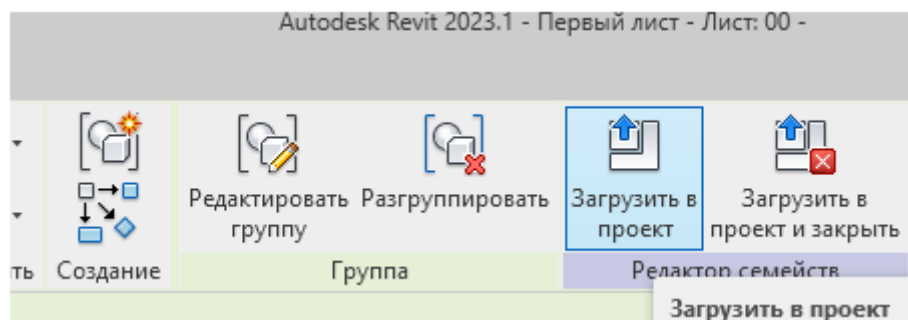


Рис. 5.5 Команда «Загрузить в проект»

Номер и имя листа можно изменить как в свойствах листа, так и в диспетчере проекта, где первая часть надписи отвечает за номер, вторая – имя [1].

Основное назначение листа – это выводить различную информацию о создателе чертежа и самом чертеже, для этого размещаются виды на листах. Существуют следующие способов размещения видов на листах:

- Выберем в диспетчере проекта вид и, зажав левую кнопку мыши, перетащим его на лист.
- Перейдем на вкладку Вид – Разместить вид, в выпадающем окне можем увидеть все виды, которые еще не размещены на листах. Это окошко бывает очень удобно, когда видов в проекте очень много и быстро найти нужный вид в диспетчере не удастся.

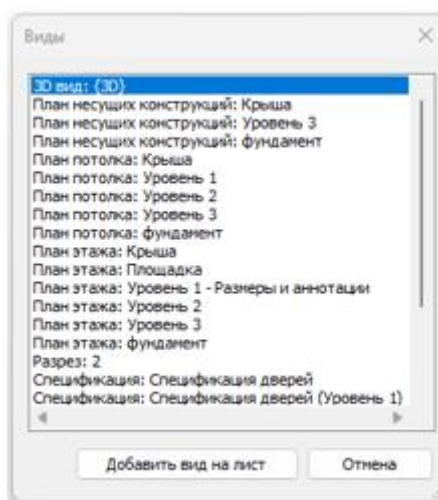


Рис.5.6 Диалоговое окно «Виды»

Необходимо помнить, что в Revit один вид можно разместить только на одном листе, исключение составляют лишь спецификации и легенды, которые могут быть размещены на нескольких листах одновременно.

Все размещенные виды и спецификации на листе можно увидеть в диспетчере проекта, в раскрывающемся списке листа. Их можно удалить как на листе с помощью клавиши «Delete», так и кликнув правой клавишей мыши – «удалить». В таком случае вид удалится с листа, но останется в диспетчере проекта [1].

2. Аннотации в Revit.

Аннотации в Revit — это все поясняющие надписи и графические элементы, которые используются для документирования проекта и его элементов. Они служат для передачи важной информации о размерах, высотах, уклонах и других характеристиках модели (рис. 5.7).

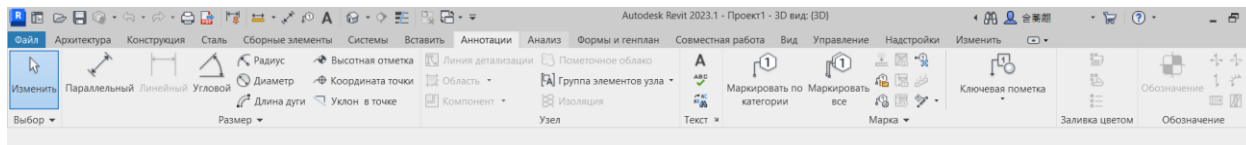


Рис. 5.7 Вкладка «Аннотации»

Основные типы аннотаций:

- **Размеры** – показывают расстояния между элементами;
- **Высотные отметки** — указывают абсолютные или относительные высоты;
- **Уклоны** – отображают углы наклона поверхностей;
- **Выноски** – указывают на конкретные элементы с пояснениями;
- **Марки** – обозначают различные элементы проекта;
- **Текст** – задает атрибуты для текстовых примечаний.

Особенностью работы с аннотациями в Revit является то, что все аннотации в Revit отображают реальные значения из модели. Это означает, что изменить значение аннотации можно только через изменение самой модели. Пример: если нужно изменить размер между стеной и окном, необходимо физически переместить стену или окно в модели — просто изменить числовое значение в аннотации невозможно.

Аннотации в Revit видны только **на том виде**, на котором они созданы. То есть, если вы создали текст/размеры/линии/штриховки/марки, например на плане монтажа, на остальных планах они отображаться **не будут!** Но если в диспетчере проекта выделить ВИД – нажать правой кнопкой мыши – Копировать с детализацией... то вид будет скопирован со всеми аннотациями. Однако при корректировке аннотаций на одном виде, на другом они останутся в том виде, в котором были на момент копирования вида.

Рекомендуемые источники информации и видеоуроки для изучения работы с аннотациями в Revit:

1. Особенности работы с аннотациями в Revit [Электронный ресурс]. – Режим доступа: https://www.youtube.com/watch?v=9mr_bN7hWBs. – Дата доступа: 24.05.2025.
2. Аннотации в Revit [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://architect-mos.ru/revit-annotations>. – Дата доступа: 24.05.2025.
3. Редактирование аннотаций [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://autocad-specialist.ru/uroki-revit/redaktirovanie-annotatsij-v-revit.html>. – Дата доступа: 24.05.2025.

3. Спецификации в Revit. Создание спецификаций по элементам из модели (окна, двери и др.).

Спецификация – это таблица, в которой содержатся данные, извлеченные из

свойств элементов проекта. Таблица спецификации может содержать список всех экземпляров выбранного типа элементов, либо несколько экземпляров могут быть помещены в одну строку на основе заданных критериев группирования.

Создавать спецификации можно в любой момент, по мере необходимости. Если в проект вносятся изменения, затрагивающие данные в спецификации, спецификация автоматически обновляется. Спецификации можно добавлять на чертежные листы. Существует возможность экспорта спецификации в другие приложения, способные работать с электронными таблицами

Все спецификации автоматически обновляются при внесении изменений в проект. Например, при перемещении стены значение площади в спецификации комнат обновляется соответствующим образом. При изменении свойств компонентов здания в проекте соответствующая спецификация обновляется автоматически. Например, можно выбрать в проекте дверь и изменить для нее свойство изготовителя. Это изменение отразится в спецификации дверей.

Типы спецификаций.

В Revit можно создавать следующие типы спецификаций:

- Ведомости/Спецификации;
- Ключевые спецификации;
- Ведомости материалов;
- Спецификации с аннотациями (или ведомости примечаний);
- Ведомости изменений;
- Списки видов;
- Ведомости чертежей;
- Принципиальная схема щита/панели;
- Графические спецификации колонн.

Внешний вид спецификации можно изменять. Моделирующие образцы можно выбирать и изменять следующим образом:

- задавать тип отображаемых свойств и порядок их отображения;
- создавать строки итоговых значений;
- создавать свои собственные пользовательские свойства, которые можно затем включить в спецификацию;
- указывать стадии в спецификации;
- задавать условия применения цвета фона к ячейкам в спецификации для проверки соблюдения параметров проекта.

Рассмотрим создание и заполнение Спецификации по элементам из модели на примере двери.

На вкладке «Вид» выбираем команду «Спецификации» (рис. 5.8).

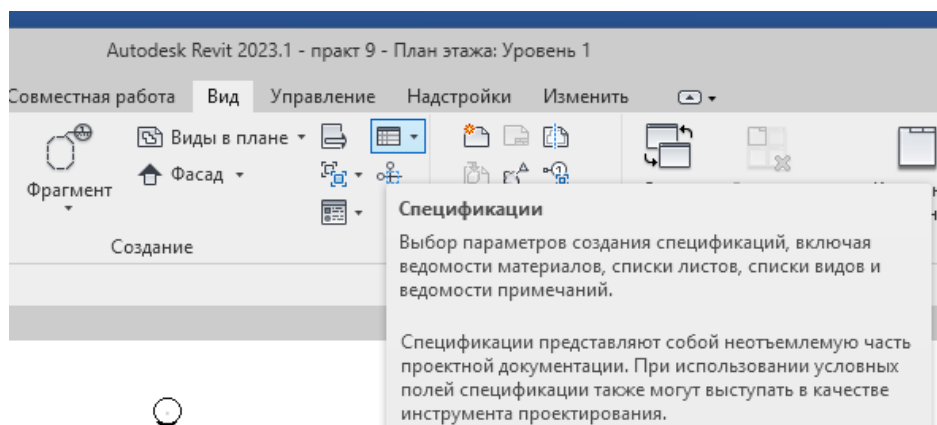


Рис. 5.8. Инструмент создания спецификации

Настраиваем параметры спецификации, как указано на рисунке 5.9 и нажимите ОК.

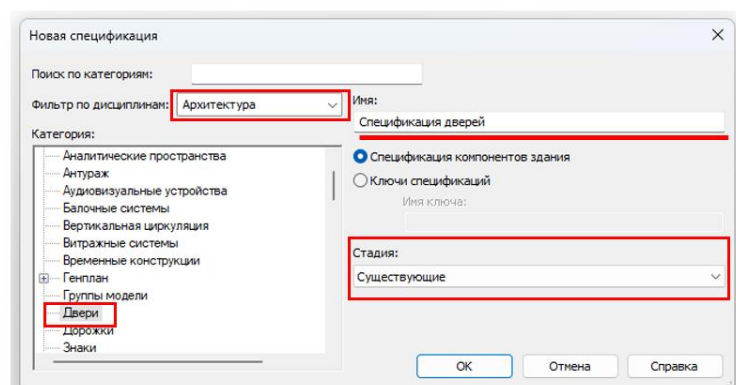


Рис.5.9. Предварительный этап формирования спецификации

Из списка «Доступные поля» в спецификацию добавляем следующие элементы (рис. 5.10): Уровень, Маркировка типоразмера, Стоимость. Нажимаем кнопку «Добавить параметр» (рис. 5.11).

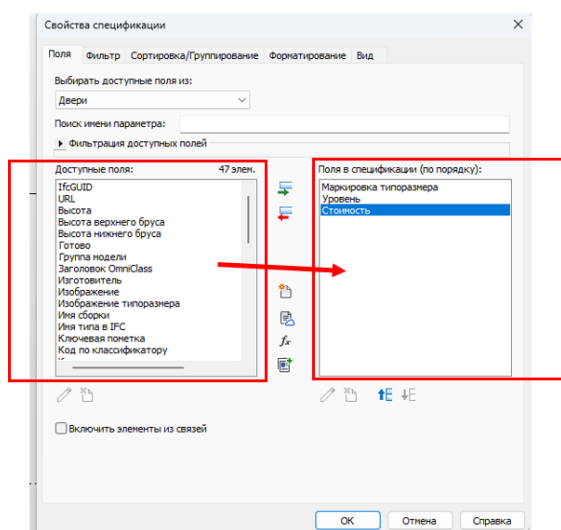


Рис. 5.10. Выбор полей спецификации

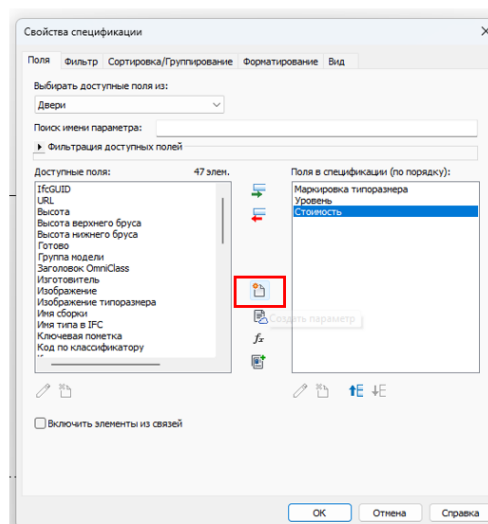


Рис. 5.11. Кнопка «Добавить параметр»

В диалоговом окне «**Свойства параметра**» устанавливаем значения, как указано на рисунке 5.12. После заполнения параметров нажмите ОК.

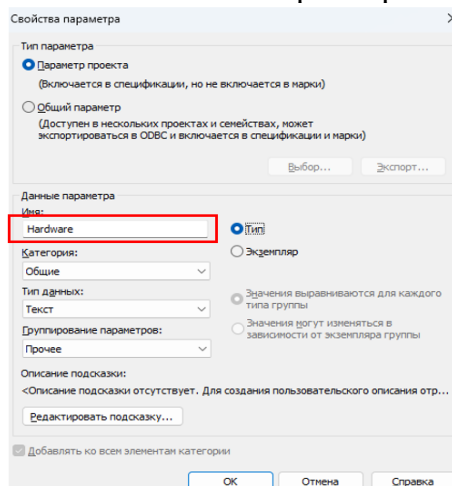


Рис. 5.12. Заполнение свойств параметра

Добавляем поле «**Семейство и типоразмер**» (рис. 5.13).

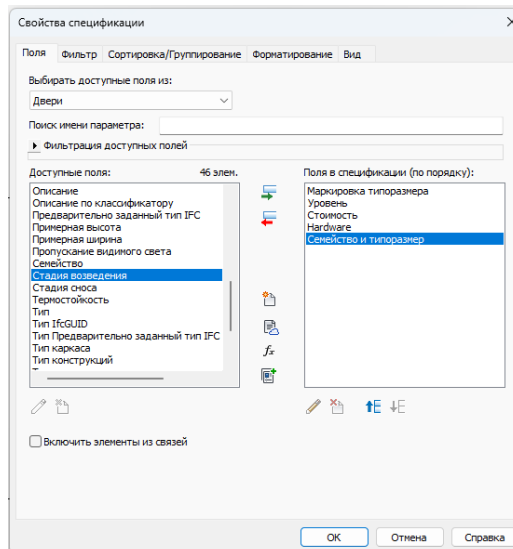


Рис. 5.13. Добавление поля «Семейство и типоразмер»

Используя кнопки, расположенные под списком «Поля» в спецификации , настраиваем порядок отображения полей в «Спецификации», как представлено на рисунке 5.14.

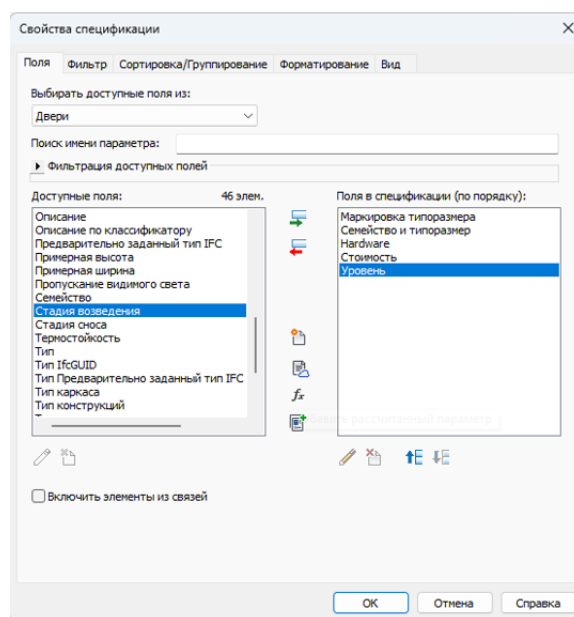


Рис. 5.14. Добавление полей в спецификацию

Выбираем поле «**Стоимость**», переходим на вкладку «**Форматирование**», в выпадающем списке выбираем «**Вычислять итоги**» (рис. 5.15). Нажимаем ОК.

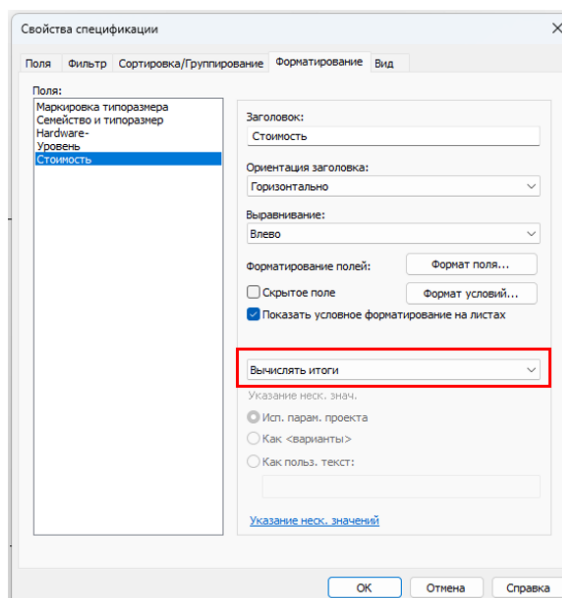


Рис. 5.15. Настройка параметров форматирования спецификации

Будет создана и автоматически откроется «Спецификация дверей» (рис. 5.16).

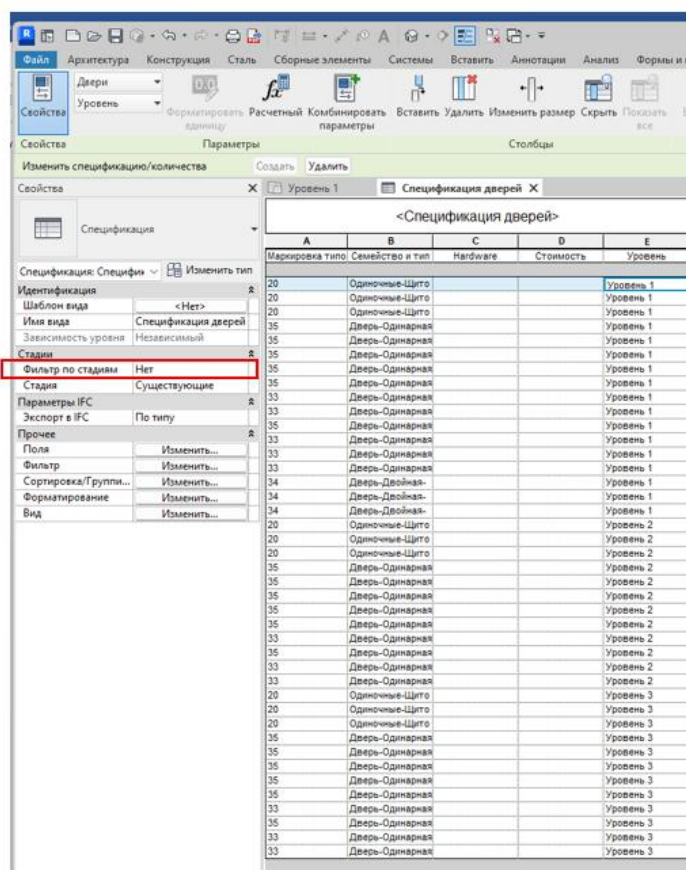


Рис. 5.16. Сформированная спецификация

В первой строке в колонке «**Стоимость**» введем 5000 и нажмем Enter. Появится диалоговое окно, в котором надо нажать ОК (рис. 5.17).

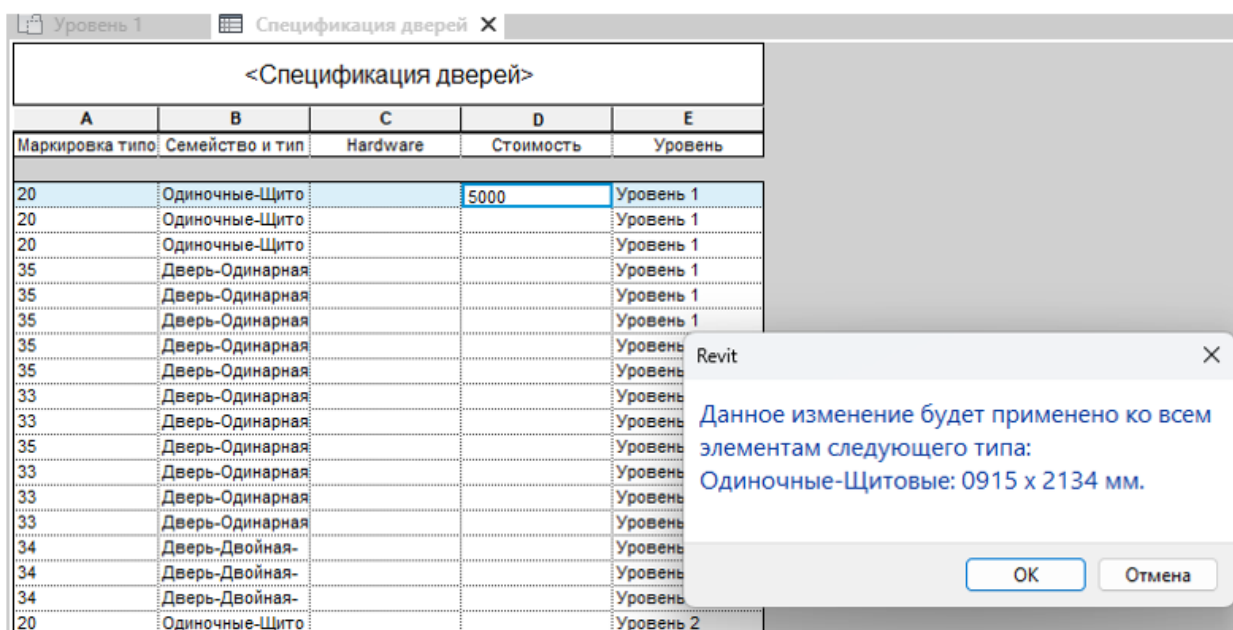


Рис. 5.17. Предупреждающее сообщение

Строки с аналогичным типом дверей должны заполниться автоматически. Заполняем остальные значения столбца «**Стоимость**», как на рисунке 5.18.

<Спецификация дверей>				
A	B	C	D	E
Маркировка типа	Семейство и типоразмер	Hardware	Стоимость	Уровень
20	Одиночные-Щитовые: 0915 x 2134 мм		5000.00	Уровень 1
20	Одиночные-Щитовые: 0915 x 2134 мм		5000.00	Уровень 1
20	Одиночные-Щитовые: 0915 x 2134 мм		5000.00	Уровень 1
35	Дверь-Одинарная-Панель: 900 x 2100 мм		7000.00	Уровень 1
35	Дверь-Одинарная-Панель: 900 x 2100 мм		7000.00	Уровень 1
35	Дверь-Одинарная-Панель: 900 x 2100 мм		7000.00	Уровень 1
35	Дверь-Одинарная-Панель: 900 x 2100 мм		7000.00	Уровень 1
35	Дверь-Одинарная-Панель: 900 x 2100 мм		7000.00	Уровень 1
33	Дверь-Одинарная-Щитовая_Панель_Двусторонняя:		10000.00	Уровень 1
33	Дверь-Одинарная-Щитовая_Панель_Двусторонняя:		10000.00	Уровень 1
33	Дверь-Одинарная-Щитовая_Панель_Двусторонняя:		10000.00	Уровень 1
33	Дверь-Одинарная-Щитовая_Панель_Двусторонняя:		10000.00	Уровень 1
34	Дверь-Двойная-Остекление: 1800 x 2100 мм		12000.00	Уровень 1
34	Дверь-Двойная-Остекление: 1800 x 2100 мм		12000.00	Уровень 1
34	Дверь-Двойная-Остекление: 1800 x 2100 мм		12000.00	Уровень 1
20	Одиночные-Щитовые: 0915 x 2134 мм		5000.00	Уровень 2
20	Одиночные-Щитовые: 0915 x 2134 мм		5000.00	Уровень 2
20	Одиночные-Щитовые: 0915 x 2134 мм		5000.00	Уровень 2
35	Дверь-Одинарная-Панель: 900 x 2100 мм		7000.00	Уровень 2
35	Дверь-Одинарная-Панель: 900 x 2100 мм		7000.00	Уровень 2
35	Дверь-Одинарная-Панель: 900 x 2100 мм		7000.00	Уровень 2
35	Дверь-Одинарная-Панель: 900 x 2100 мм		7000.00	Уровень 2
33	Дверь-Одинарная-Щитовая_Панель_Двусторонняя:		10000.00	Уровень 2
35	Дверь-Одинарная-Панель: 900 x 2100 мм		7000.00	Уровень 2
33	Дверь-Одинарная-Щитовая_Панель_Двусторонняя:		10000.00	Уровень 2
33	Дверь-Одинарная-Щитовая_Панель_Двусторонняя:		10000.00	Уровень 2
20	Одиночные-Щитовые: 0915 x 2134 мм		5000.00	Уровень 3
20	Одиночные-Щитовые: 0915 x 2134 мм		5000.00	Уровень 3
20	Одиночные-Щитовые: 0915 x 2134 мм		5000.00	Уровень 3
35	Дверь-Одинарная-Панель: 900 x 2100 мм		7000.00	Уровень 3
35	Дверь-Одинарная-Панель: 900 x 2100 мм		7000.00	Уровень 3
35	Дверь-Одинарная-Панель: 900 x 2100 мм		7000.00	Уровень 3
35	Дверь-Одинарная-Панель: 900 x 2100 мм		7000.00	Уровень 3
33	Дверь-Одинарная-Щитовая_Панель_Двусторонняя:		10000.00	Уровень 3
35	Дверь-Одинарная-Панель: 900 x 2100 мм		7000.00	Уровень 3
33	Дверь-Одинарная-Щитовая_Панель_Двусторонняя:		10000.00	Уровень 3
33	Дверь-Одинарная-Щитовая_Панель_Двусторонняя:		10000.00	Уровень 3

Рис 5.18. Спецификация с заполненным столбцом «Стоимость»

В первой строке в колонке «**Hardware (фурнитура)**» введем «**Brass (латунь)**» и согласимся с изменениями (рис. 5.19).

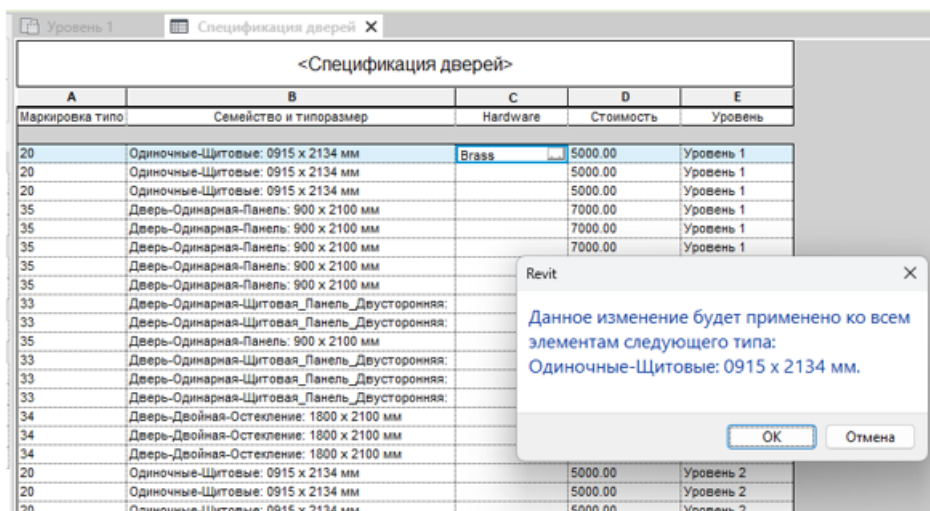


Рис.5.19. Заполнение столбца «Hardware»

В Диспетчере проекта откроем категорию «**Ведомости/Спецификации»Я (все)**», найдем созданную спецификацию «**Спецификацию дверей**». Создадим копию спецификации: щелкните правой кнопкой мыши по названию

спецификации, выберите команду «**Копирование вида – Копировать**». Появится копия спецификации (рис. 5.20).

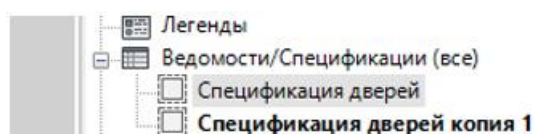


Рис. 5.20. Копия спецификации в Диспетчере проекта

Вызываем контекстное меню на созданной копии, выбираем команду «Переименовать», задаем новое имя «**Спецификация дверей (Уровень 1)**» (рис. 5.21).

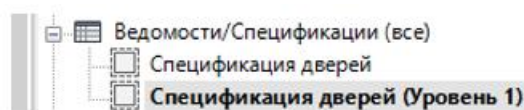


Рис. 5.21. Результат переименования спецификации

Вызовем контекстное меню на спецификации «**Спецификация дверей (Уровень 1)**», выбираем команду «**Свойства**». В окне «**Свойства**» нажимаем кнопку «**Изменить**» в строке «**Фильтр**», настраиваем «**Фильтр**» как показано на рисунке 5.22. Нажимаем ОК.

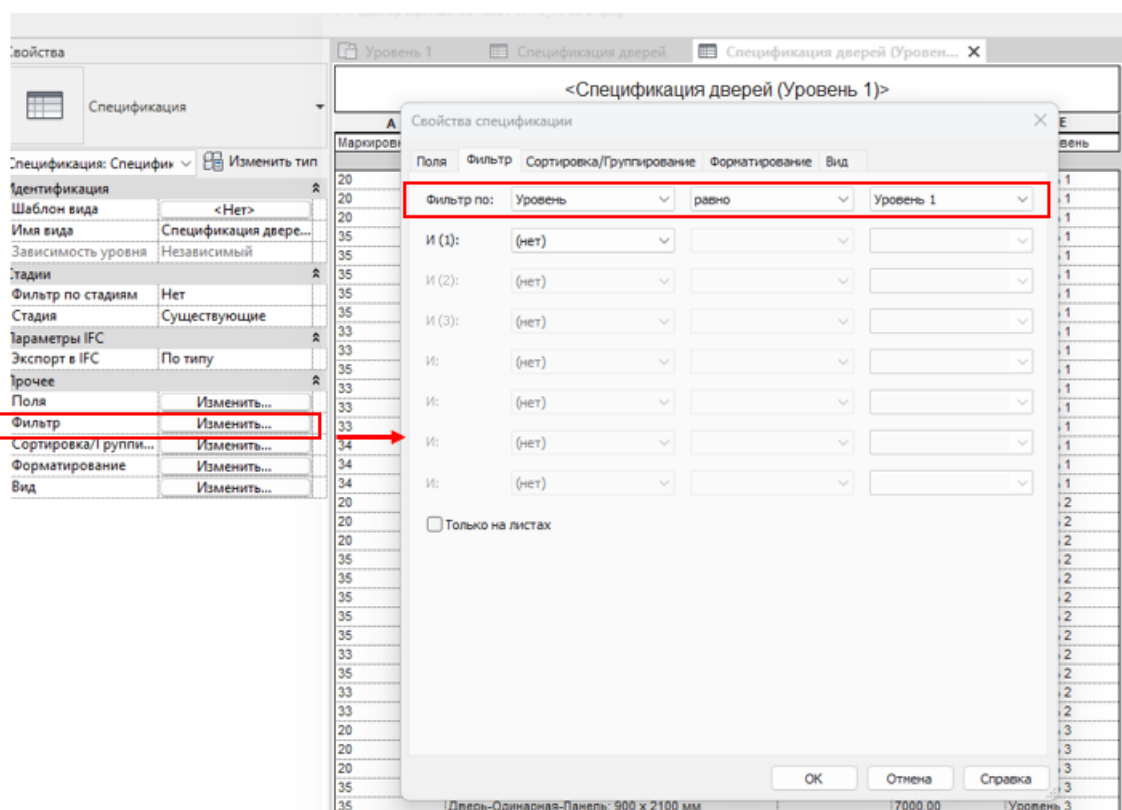
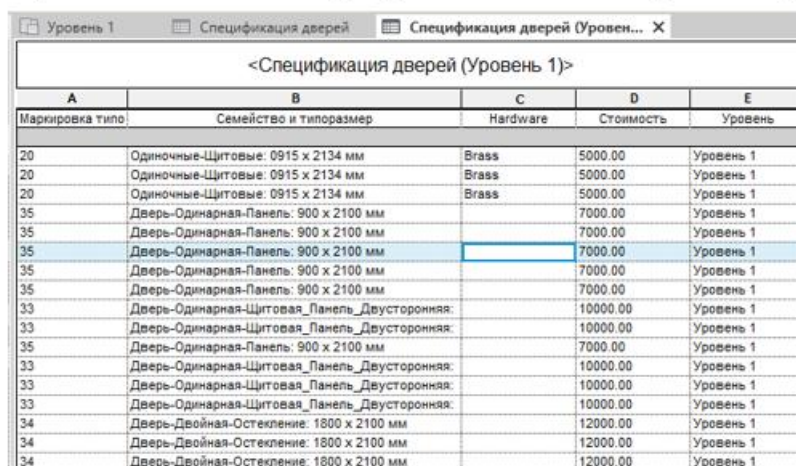


Рис. 5.22. Настройка параметров спецификации

Откроем «Спецификация дверей (Уровень 1)» и проверим, что теперь

отображаются только двери, размещенные на Уровне 1 (рис. 5.23). Сохраните проект [2].



<Спецификация дверей (Уровень 1)>				
A	B	C	D	E
Маркировка типа	Семейство и типоразмер	Hardware	Стоимость	Уровень
20	Одиночные-Щитовые: 0915 x 2134 мм	Brass	5000.00	Уровень 1
20	Одиночные-Щитовые: 0915 x 2134 мм	Brass	5000.00	Уровень 1
20	Одиночные-Щитовые: 0915 x 2134 мм	Brass	5000.00	Уровень 1
35	Дверь-Одинарная-Панель: 900 x 2100 мм		7000.00	Уровень 1
35	Дверь-Одинарная-Панель: 900 x 2100 мм		7000.00	Уровень 1
35	Дверь-Одинарная-Панель: 900 x 2100 мм		7000.00	Уровень 1
35	Дверь-Одинарная-Панель: 900 x 2100 мм		7000.00	Уровень 1
35	Дверь-Одинарная-Панель: 900 x 2100 мм		7000.00	Уровень 1
33	Дверь-Одинарная-Щитовая_Панель_Двусторонняя:		10000.00	Уровень 1
33	Дверь-Одинарная-Щитовая_Панель_Двусторонняя:		10000.00	Уровень 1
35	Дверь-Одинарная-Панель: 900 x 2100 мм		7000.00	Уровень 1
33	Дверь-Одинарная-Щитовая_Панель_Двусторонняя:		10000.00	Уровень 1
33	Дверь-Одинарная-Щитовая_Панель_Двусторонняя:		10000.00	Уровень 1
33	Дверь-Одинарная-Щитовая_Панель_Двусторонняя:		10000.00	Уровень 1
34	Дверь-Двойная-Остекление: 1800 x 2100 мм		12000.00	Уровень 1
34	Дверь-Двойная-Остекление: 1800 x 2100 мм		12000.00	Уровень 1
34	Дверь-Двойная-Остекление: 1800 x 2100 мм		12000.00	Уровень 1

Рис. 5.23. Спецификация дверей (Уровень 1)

4. Экспорт чертежей в PDF и DWG. Настройка параметров печати.

Для распечатки файла необходимо Листы нашей работы сохранить в формате PDF. Сделать это можно 2 способами.

Способ 1:

После вставки Вида на Лист на панели быстрого доступа находим команду «PDF» (рис.5.24)



Рис. 5.24 Команда «PDF»

Задаем необходимые нам параметры и нажимаем «Экспорт» (рис. 5.25).

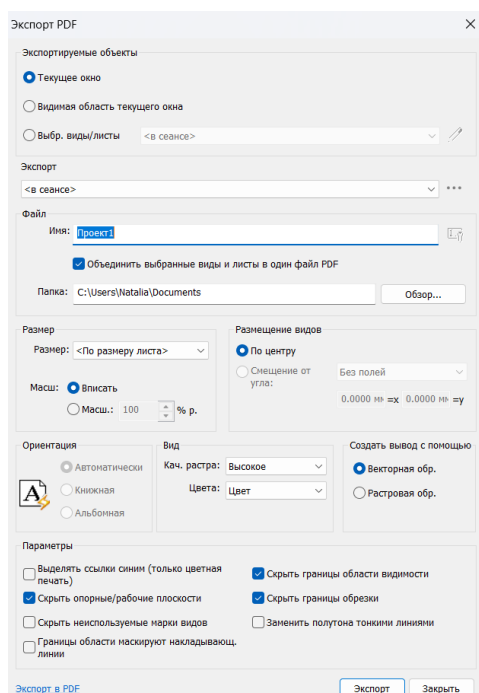


Рис. 5.25 Параметры для экспорта PDF

Способ 2:

Во вкладке «Файл» выбираем команду «Печать» – «Печать» (рис.5.26).

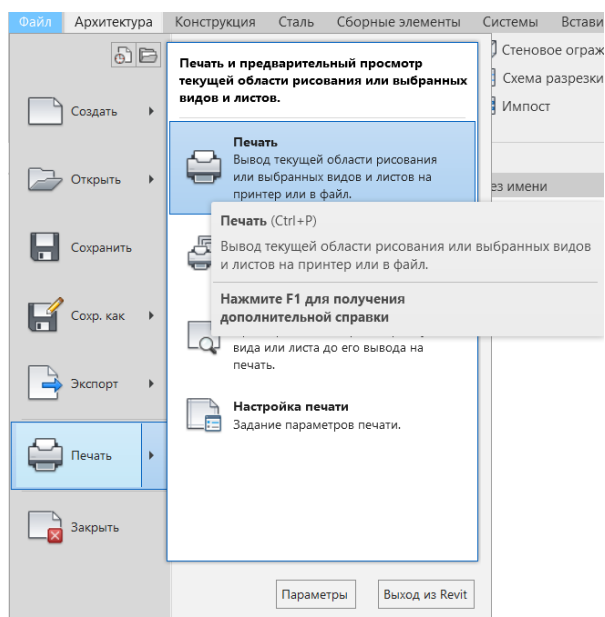


Рис. 5.26 Команда «Печать»

Для того чтобы вывести листы в формате PDF, необходимо установить виртуальный PDF принтер. В открывшемся окне указываем имя PDF принтера и в свойствах устанавливаем параметры размера бумаги (рис 5.27).

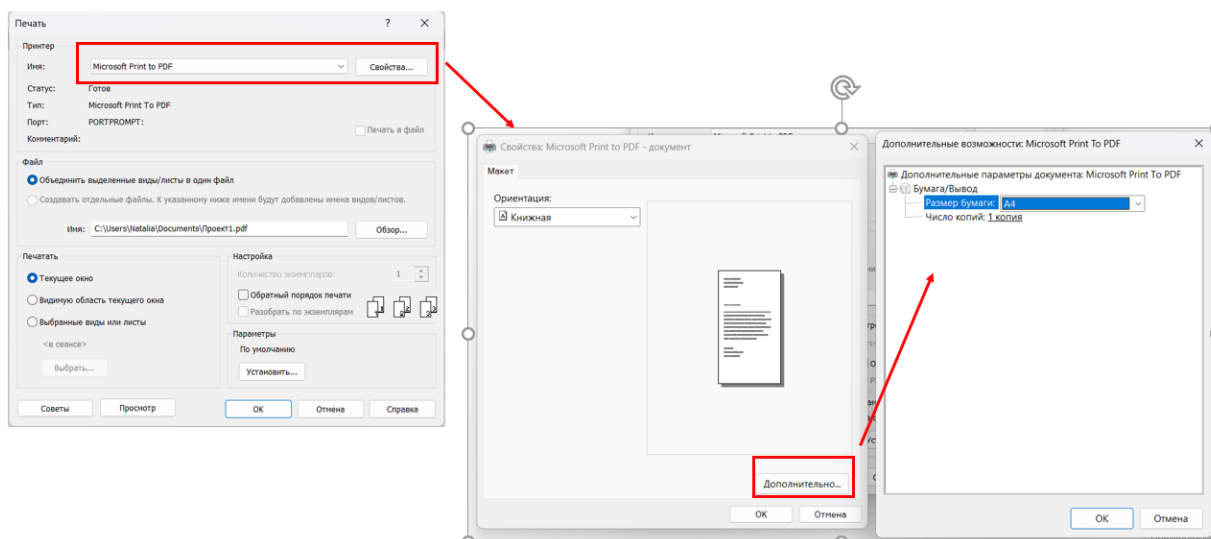


Рис.5. 27 Настройка параметров бумаги

В настройках печати можно выбрать, как будут комплектоваться листы при печати: в один файл или в несколько отдельных, в нашем случае выберем последний вариант.

Кроме того, есть возможность распечатать за раз набор листов, для этого необходимо выбрать «Выбранные виды и листы» и в открывшемся окне отметить виды/листы, при этом сохранив для удобства созданный набор. Но надо заметить, что настройки для n-ого количества листов задаются только под единый размер листа.

Далее настраиваем бумагу, кликнув по кнопке «Установить...». Выбираем нужный формат листа, размещение видов, масштаб 100%, и опять-таки при необходимости дальнейшего использования сохраняем эти настройки (рис .5.28). После установки параметров нажать ОК.

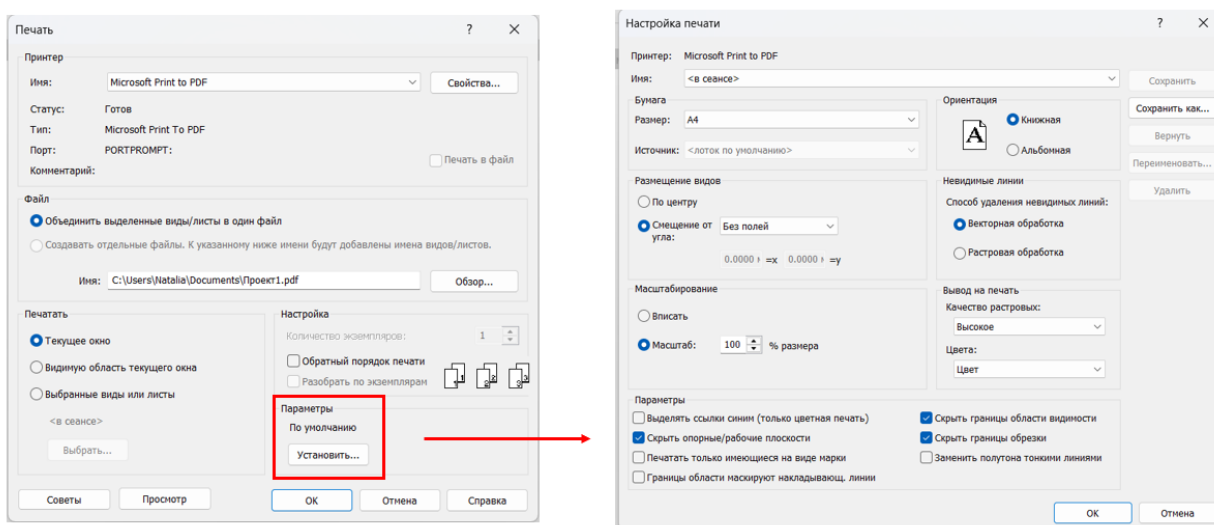


Рис. 5.28 Настройка параметров бумаги

Если же мы выберем на печать один лист или вид, то будет активна кнопка предварительного просмотра, что достаточно удобно для того чтобы проверить, корректно ли лист будет выводиться на печать.

После установки всех параметров Revit предлагает сохранить результаты печати. Задаем место сохранения файла, имя, тип файла и нажимаем Сохранить.

Экспорт из Revit в DWG.

Для передачи комплекта документации заказчику рассмотрим возможность экспорт файлов из Revit в DWG. Переходим во вкладку «Файл» – «Экспорт» – «Форматы САПР» – «DWG» (рис. 5.29).

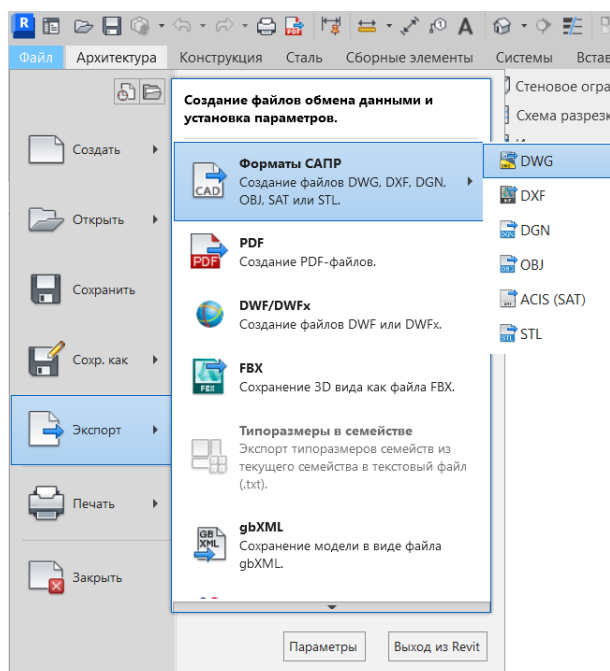


Рис. 5.29 Экспорт файла DWG

Устанавливаем дополнительные параметры, которые можно настроить при экспорте в AutoCAD (находятся за троеточием) (рис 5.30).

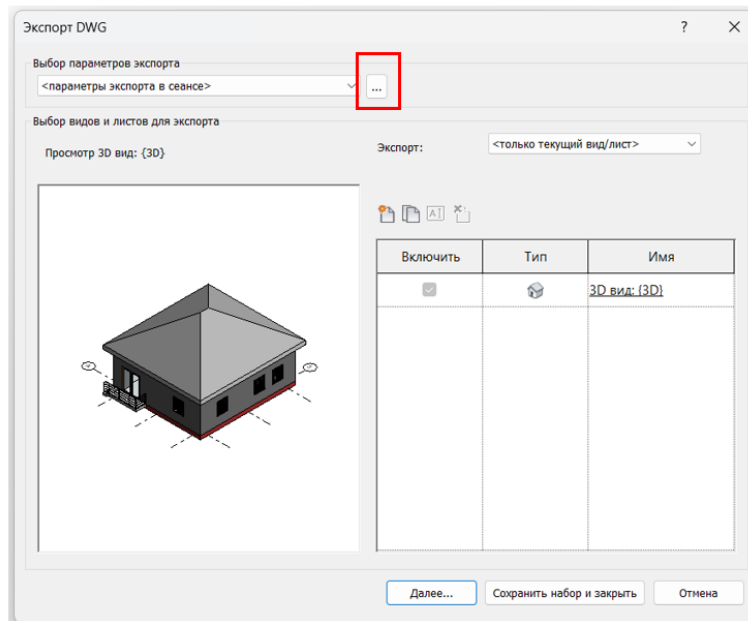


Рис. 5.30 Выбор дополнительных параметров экспорта

По умолчанию мы попадаем в большое меню, в котором нам доступно 8 вкладок (рис. 5.31).

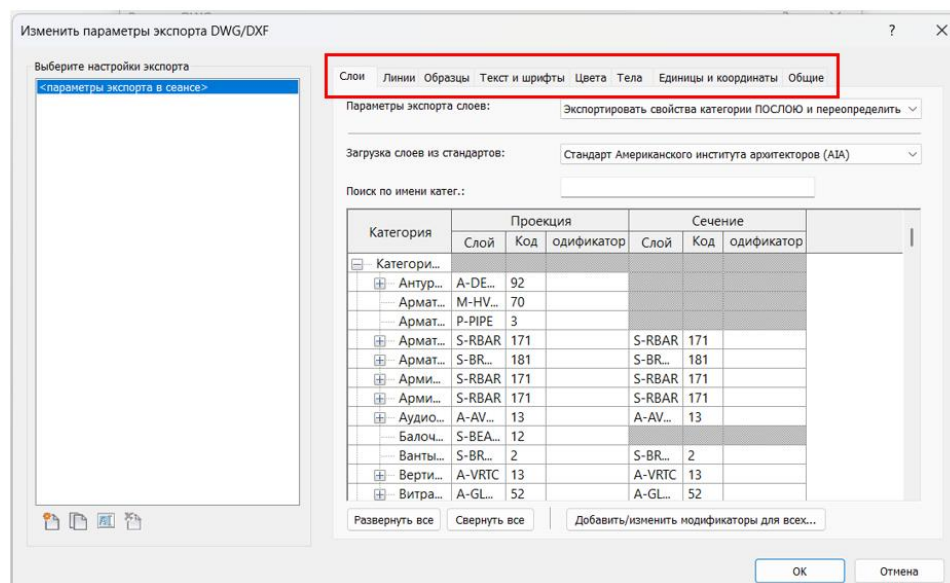


Рис. 5.31 Изменение параметров экспорта в DWG

В первой вкладке «Слои» происходит настройка категорий Revit по слоям AutoCAD. Чтобы сделать имена слоев стандартными и понятными для дальнейшей работы необходимо создать пустой файл формата *.txt и загрузить его в поле стандартов слоев, что позволит сбросить текущие параметры и взять названия слоев AutoCAD из категорий Revit.

Во вкладках «Линии» и «Образцы» возможно настроить масштабы и выбрать сопоставление объектам из Revit в AutoCAD.

На вкладке «Текст» определяются имена шрифтов и интеллектуальное форматирование.

Для того чтобы в AutoCAD чертеж имел цвет такой же, как в Revit, необходимо на вкладке «Цвета» выбрать настройку «Задано в виде», в противном случае будут использоваться цвета, указанные во вкладке «Слой».

Во вкладке «Тела» происходит настройка экспорта трехмерных тел: будут они передаваться как цельный объект или же набор плоских граней.

И в последней вкладке «Общее» настраиваются оставшиеся параметры, связанные с экспортом помещений, непечатаемыми слоями и отображением графики.

После установки необходимых параметров нажимаем «ОК» – «Далее...» и переходим в окно сохранения документа. Выбираем куда сохранить файл, его имя, тип, именование. Если на экспорте внешних ссылок, галочка стоит, то каждый вид, который есть на листе будет сохраняться отдельным файлом. Если галку снять, тогда один лист будет сохраняться как единый файл (рис. 5.32). Нажимаем «ОК».

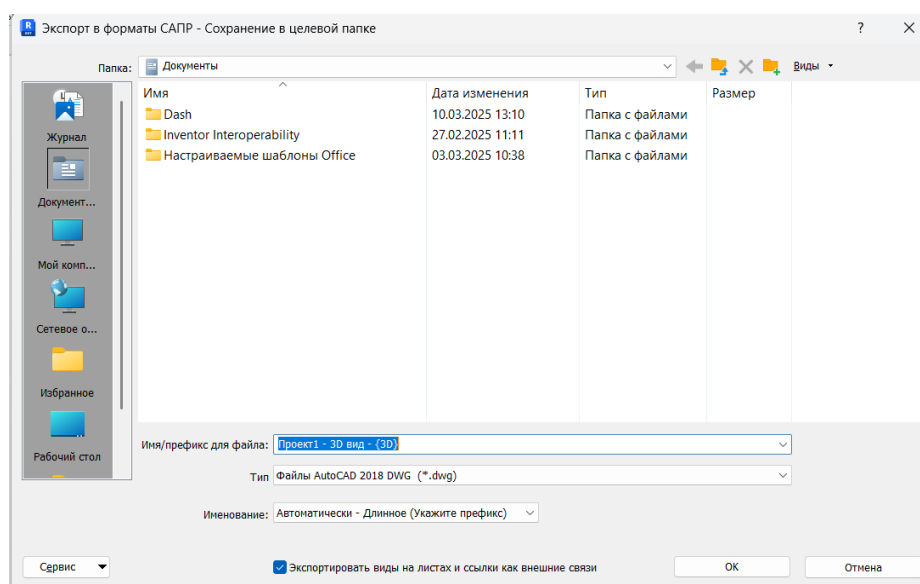


Рис. 5.32 Сохранение документа

СПИСОК ИСТОЧНИКОВ ЛИТЕРАТУРЫ ПО ТЕМЕ 5 «СОЗДАНИЕ ПРОЕКТНОЙ ДОКУМЕНТАЦИИ В AUTODESK REVIT»:

1. Работа с семейством листа в Revit [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://autocad-specialist.ru/uroki-revit/rabota-s-semejstvom-lista-v-revit.html>. – Дата доступа: 25.05.2025

2. Придвижкин, С.В Основы технологий информационного моделирования зданий: учебно-методическое пособие / С.В. Придвижкин, В.Б. Сальников, М.М. Карманова, С.А. Сербин; науч.ред. Н.И. Фомин. – Екатеринбург: ООО «Издательство учебно-методический центр УПИ» – 225 с.

1. Фрагменты плана. Секущий диапазон.
2. Цветовая схема помещений.
3. Добавление в проект элементов антуража (деревья и растения, люди, транспортные средства и др.).
4. Съемка проекта.

1. Фрагменты плана. Секущий диапазон.

Фрагмент — это инструмент для создания нового вида, того, что мы и называем фрагментом плана.

Фрагмент плана — это инструмент для настройки других значений секущего диапазона у выделенной области.

Для того чтобы создать фрагмент необходимо зайти на вкладку Вид» и выбрать команду «Фрагмент» (рис. 6.1). Можно выбрать прямоугольную форму фрагмента, либо с помощью инструмента «Эскиз» создать свою произвольную форму.

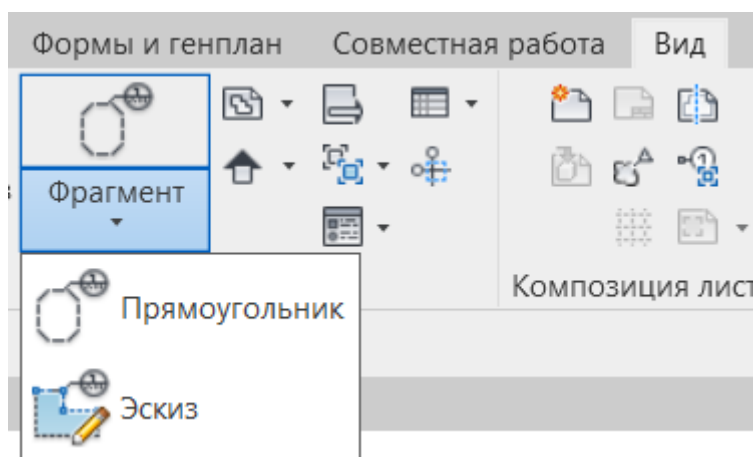


Рис 6.1 команда «Фрагмент»

Выделяем на виде необходимую область для фрагмента (рис. 6.2).

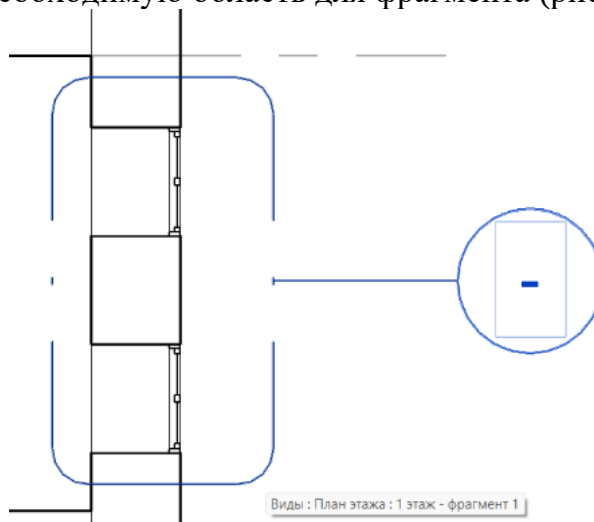


Рис. 6.2 Область для фрагмента

В панели «Свойства» выбираем необходимый Типоразмер вида фрагмента, к которому будет относиться данный фрагмент (в нашем случае Планы этажей - 1 этаж). Фрагмент появляется в диспетчере проекта в том подразделе в видах, к которому был определен Типоразмер вида фрагмента (рис.6.3). Функция заполнить «Номер вида» доступна только после того, как фрагмент вынесен на лист.

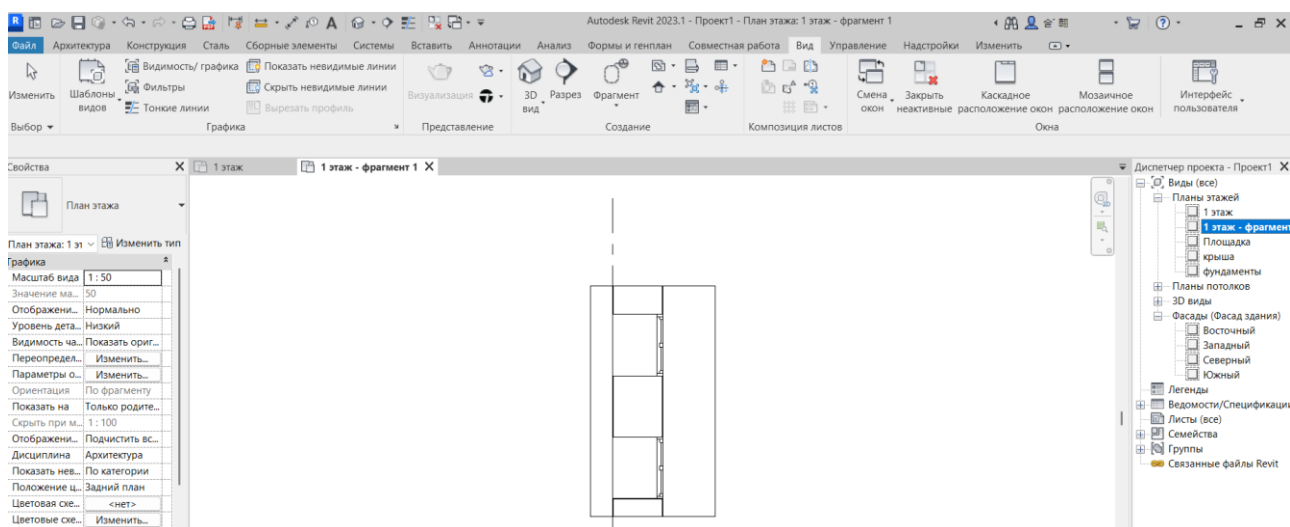


Рис. 6.3 Вид - 1этаж – фрагмент

Бывает так, что не все элементы отображаются на плане, т.е. они не попадают в текущий диапазон. Для того чтобы у определённого участка плана этажа задать свои настройки текущего диапазона, перейдем на вкладку «Вид», выберем команду «Виды в плане» – «Фрагмент плана» (рис. 6.4).

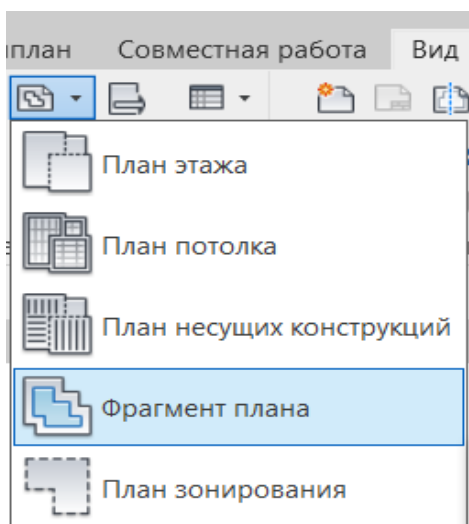


Рис. 6.4 Команда «Фрагмент плана»

После выбора команды попадаем в режим эскиза (рис. 6.5).

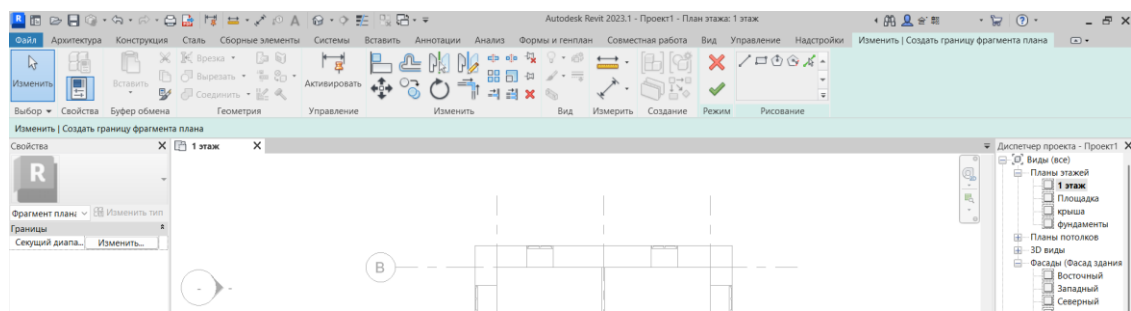


Рис. 6.5 Режим «Эскиз» при создании границ фрагмента.

С помощью инструментов Рисования нарисуем контур для участка с другим секущим диапазоном (контур может быть или прямоугольным, или изломанным) (рис.6.6.). При выделении контура в свойствах будет кнопка для изменения текущего диапазона. Нажимаем кнопку «Изменить», задаем новое смещение секущей плоскости (рис. 6.7) и наш элемент появится на плане (рис. 6.8).

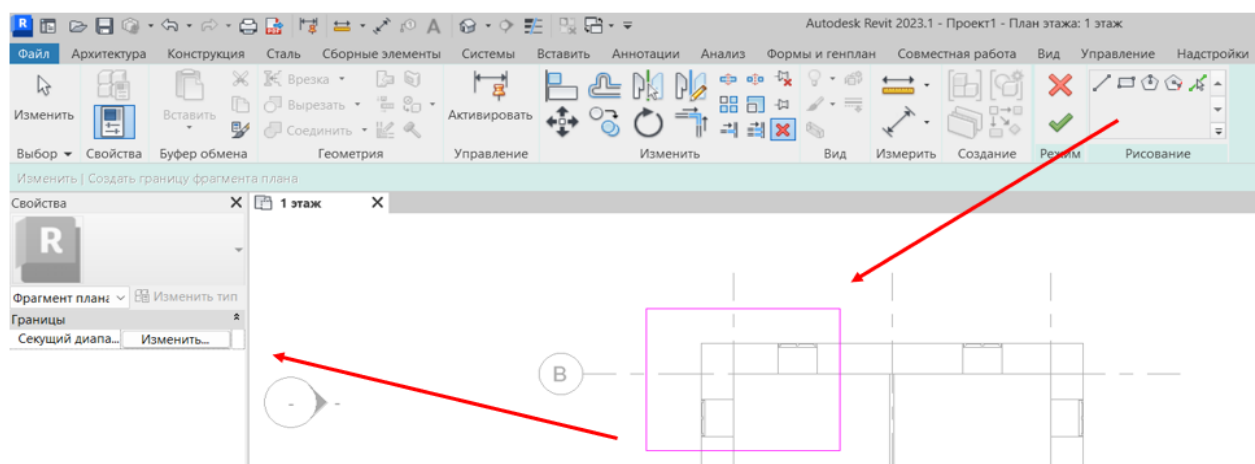


Рис.6.6 Контур границ участка с другим секущим диапазоном

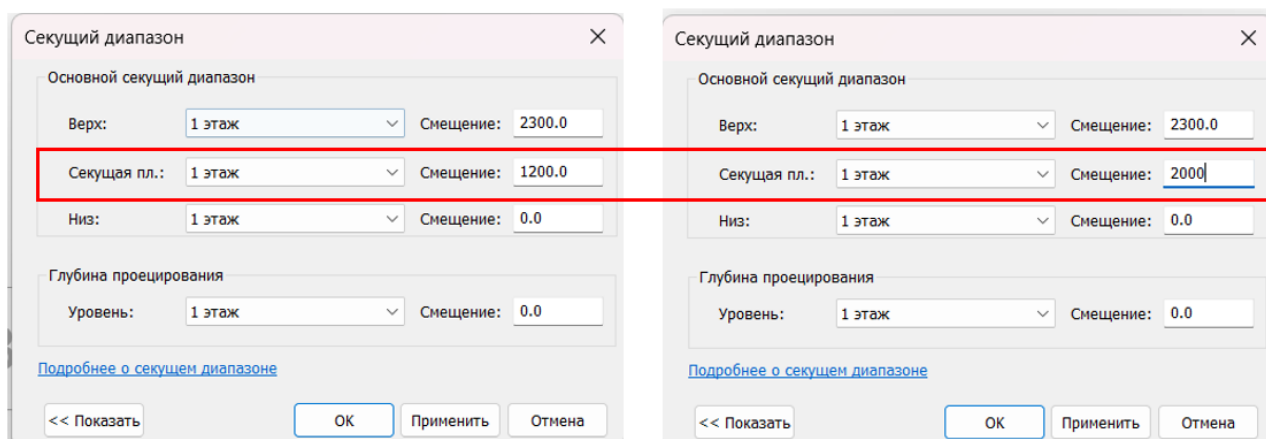


Рис.6.7 Параметры секущего диапазона

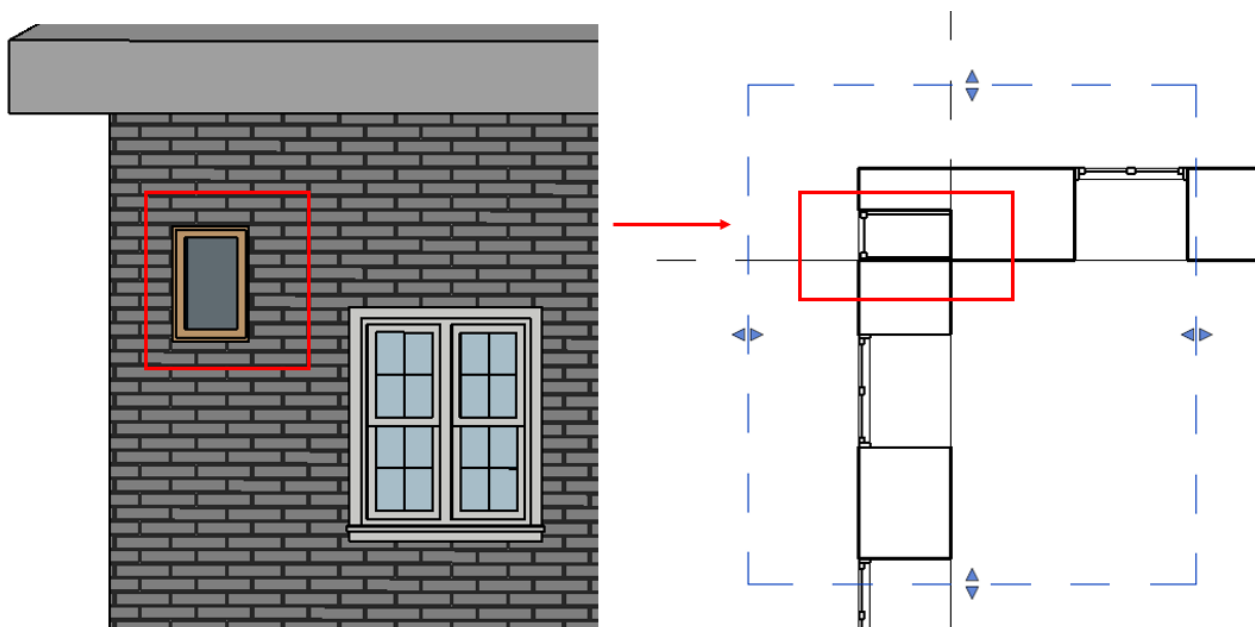


Рис.6.8 Отображение элементов на плане

Секущий диапазон – это свойство, которое отвечает за отображение элементов для каждого отдельного вида. Находится оно на панели свойств в разделе «Границы» (рис. 6.9).

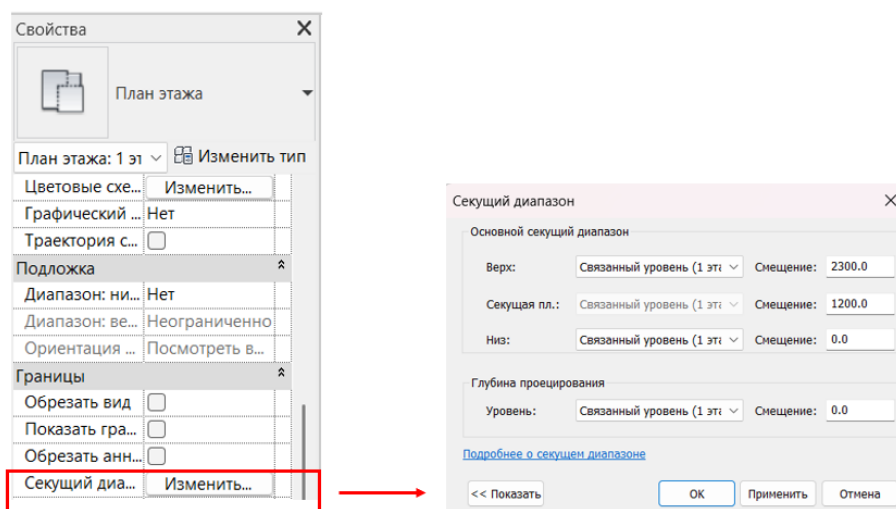


Рис. 6.9 Кнопка «Секущий диапазон»

Секущий диапазон представляет собой набор горизонтальных плоскостей, управляющих видимостью объекта на виде в плане. В пределах секущего диапазона различают Основной секущий диапазон и Глубину проецирования.

В пределах Основного секущего диапазона есть 3 плоскости: Верх, Секущая плоскость и Низ. Плоскости Верх и Низ определяют границу диапазона, Секущая плоскость задает уровень, на котором происходит «разсечение» модели. Объекты, пересекаемые секущей плоскостью, будут отображаться «разрезными», а не «проекционными» линиями.

Глубина проецирования – это дополнительная плоскость, не входящая в основной секущий диапазон, изменение которой позволяет отображать на активном виде элементы, расположенные под нижней секущей плоскостью.

Элементы, которые попадают в диапазон верхней границы и секущего диапазона, не попадают в отображение вида, за исключением нескольких категорий: обобщенных элементов, окон и шкафов.

2. Цветовая схема помещений.

1. Для создания цветовой схемы помещений на плане необходимо выбрать панель «Помещения и зоны» на вкладке «Архитектура» и активировать инструмент «Цветовая схема» (рис. 6.10).

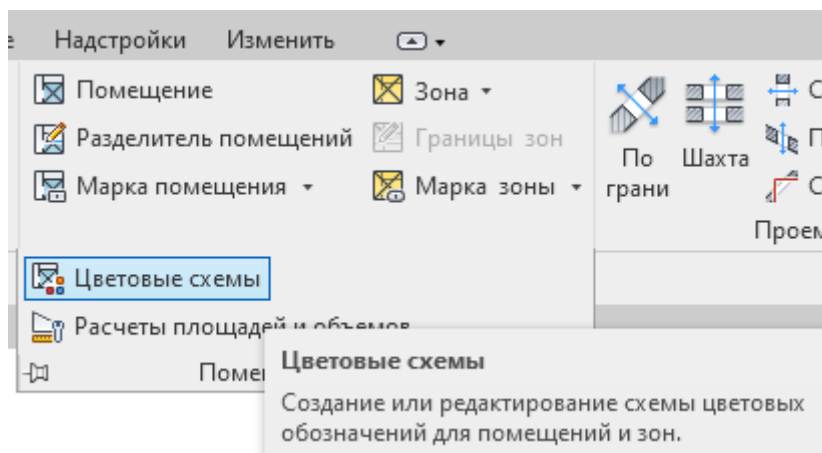


Рис. 6.10. Инструмент «Цветовые схемы»

Цветовая схема в нашем случае может основываться или на имени помещения, или на его площади (рис. 6.11).

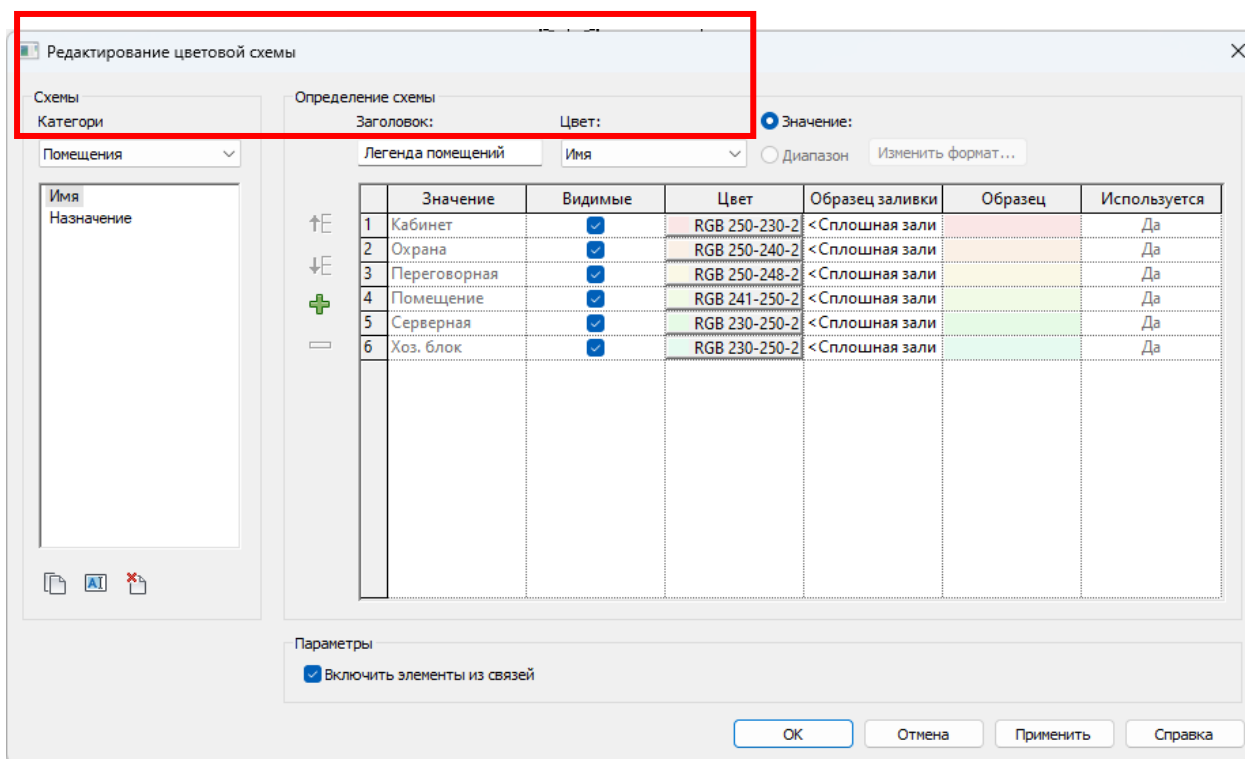


Рис. 6.11. Диалоговое окно «Редактирование цветовой схемы»

2. Выбираем на основе «Имя». Цвет можно изменить, сделать в одной гамме или наоборот, абсолютно разные, или использовать шаблоны заполнения (например, если для распечатки используется черно-белый принтер) (рис. 6.12) и нажать ОК.

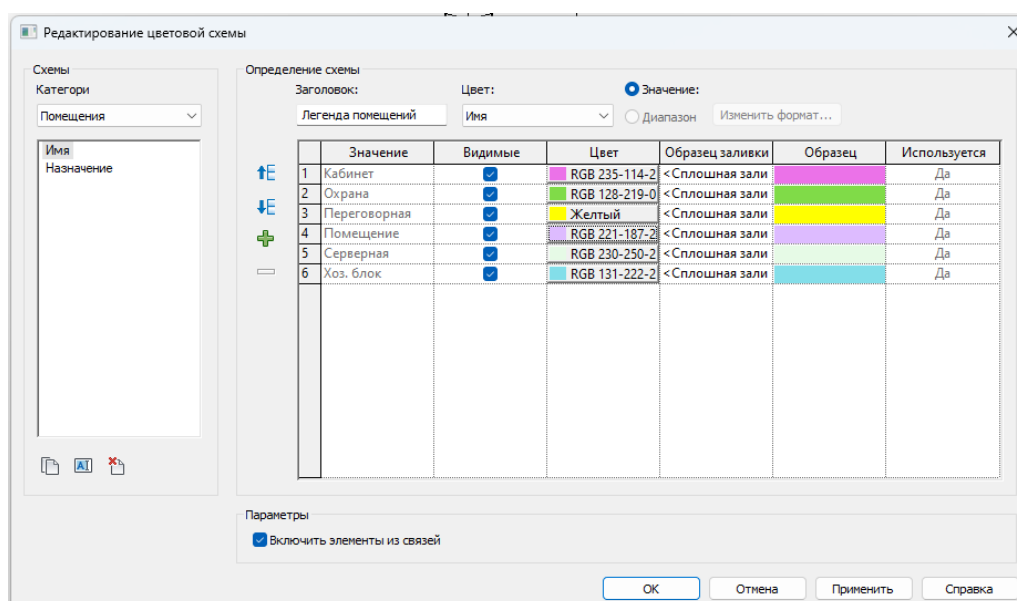


Рис. 6.12. Корректировка цветовой схемы для параметра «Имя»

3. Чтобы настроенная цветовая схема использовалась в плане необходимо настроить свойства вида. Для этого убедитесь, что ничего не выбрано на чертеже, в панели «Свойства» выбрать параметр «Цветовая схема» (рис. 6.12).

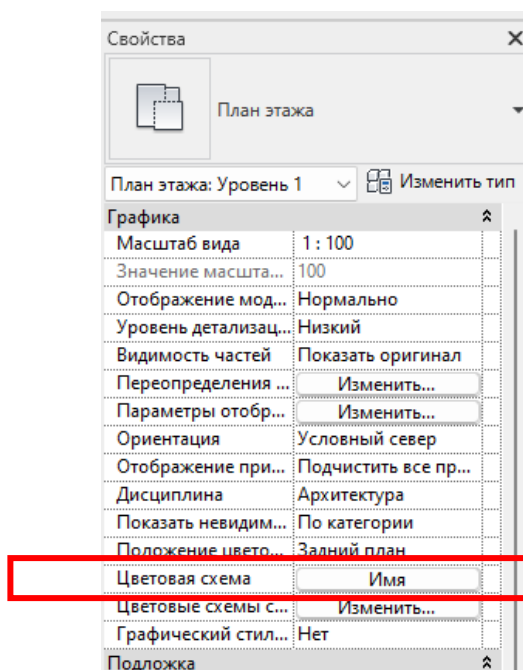


Рис. 6.12. Назначение цветовой схемы плану этажа

4. В открывшемся окне выбрать категорию «Помещения», параметр «Имя». В правой части окна должна отобразиться настроенная ранее цветовая схема. При необходимости можно ее отредактировать (рис. 6.13). Нажать «Применить», затем ОК.)

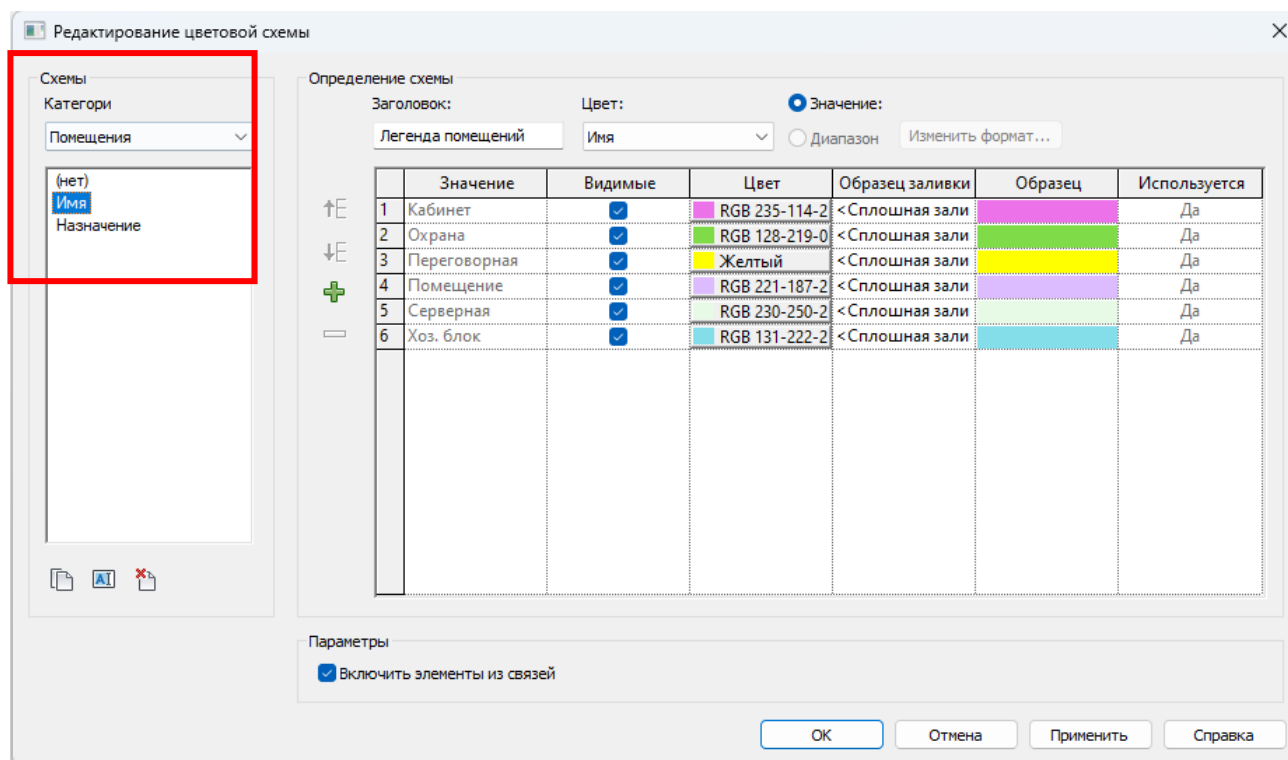


Рис. 6.13. Настроенная цветовая схема плана этажа

5. На плане помещения окрасятся согласно цветовой схеме (рис. 6. 14).

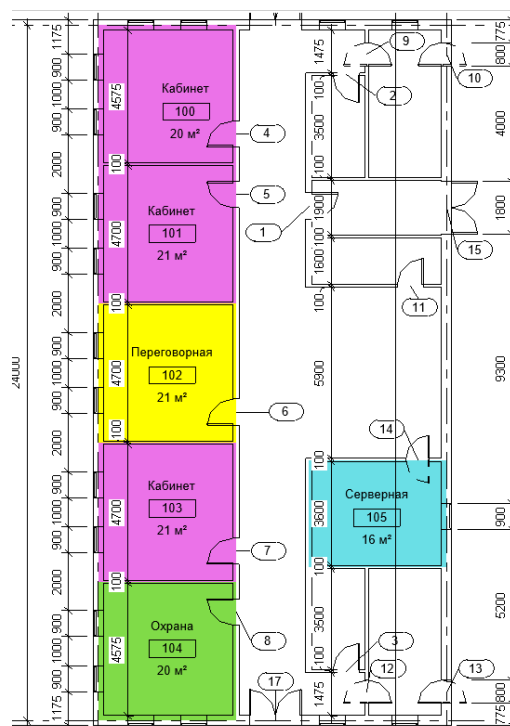


Рис. 6.14. Цветовая схема плана этажа

Формирование и редактирование цветowych легенд

6. На вкладке «Аннотация», а панели «Заливка» цветом выбрать инструмент «Легенда заливки цветом» (рис. 6.15). После выбора инструмента на плане можно разместить легенду (рис. 6.16).

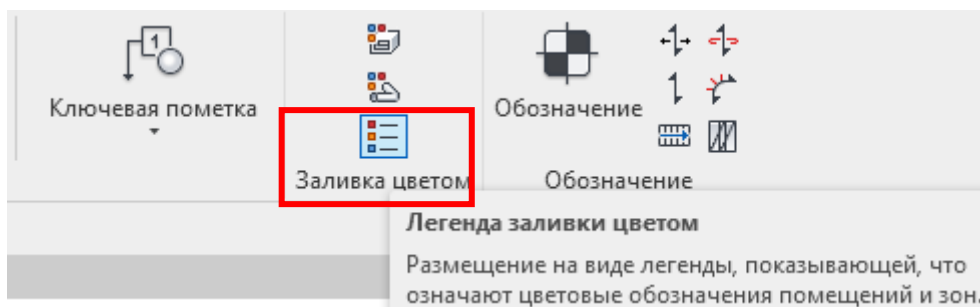


Рис. 6.15. Инструмент «Легенда заливки цветом»



Рис. 6.16. Отображение легенды помещений на плане

9. Изменение цветовой схемы приведет к автоматическому изменению легенды [1].

10. Сохраните проект.

3. Добавление в проект элементов антуража (деревья и растения, люди, транспортные средства и др.).

В проектные виды можно включать объекты антуража растения, деревья, автомобили, людей, а также офисные аксессуары (рамки картин, ноутбуки и др.), представляющие собой, так называемые RPC (Rich Photorealistic Content)-объекты. Объекты антуража определяются с помощью семейств. В 2D- и при некоторых визуальных стилях в 3D-виде антураж представляется заместителями в форме простых линейных чертежей. При реалистичном стиле в 3D-виде и при визуализации формируется реалистическое представление антуража.

Основные виды RPC-объектов:

- Люди. Эти объекты представляют рисунки людей, которые отображаются под разными углами. Людей в форме заместителей можно размещать на плане этажа и 3D-виде. В Revit объекты мужчин и женщин представлены двумя различными семействами с одноименными названиями.

- Растения и деревья. При визуализации участка местности на нем можно включать растения и деревья, представленными несколькими RPC-семействами для деревьев и растений: RPC Дерево-Хвойное.rfa, RPC Дерево-Листопадное.rfa, и RPC Кустарник.rfa. В каждом семействе типоразмеры определяют породы и их размеры. При установке в свойствах визуального образа флажка Блокировать вид (Lock View) для выбранного ниже вида используется единственная картинка независимо от направления просмотра при обходе камеры. Если флажок сбросить, картинка растения будет изменяться согласно положению камеры.

- Транспортные средства. При визуализации здания и окружающего участка местности можно включать автомобили и другие виды транспорта, устанавливая в свойствах вхождения оттенок окон, номерные знаки со специальными картинками и другие свойства:

- Прозрачность – прозрачность окна транспортного средства;
- Окрашивание – степень тонирования стекол в окнах транспортного средства, изменяющая видимость внутренних деталей;
- Использовать окрашивание – включение тонирования окон в транспортном средстве;
- Номерной знак – отображение пластины с номерным знаком;
- Специальный знак – отображение номерного знака, в котором используется специальная картинка;
- Имя файла с номерным знаком – путь и имя файла рисунка, используемого для специального номерного знака.

- Офисные аксессуары. Для придания большего реализма в сцене при визуализации интерьеров можно в них добавлять офисные кресла, картинные рамы и ноутбуки. Для офисных кресел можно указать их материал и цвет, являются ли они наклонными или вращающимися и другие характеристики. Для картинных рам можно задать их ориентацию (альбомная или портретная), устанавливается ли на столе или висит на стене, и изображение в рамке. Для ноутбука можно указать, открыт он или закрыт и отображается ли на экране что-либо.

Создание нового типоразмера RPC-объекта.

Как и для любого другого семейства, вначале нужно создать копию типоразмера любого RPC-объекта. Затем в свойствах типа в строке параметра Визуальный образ кнопкой справа открыть окно Библиотека визуальных образов, в котором представлена библиотека RPC-объектов. Выбрать нужный объект можно, введя в верхней строке ключевое слово или часть его, либо выделив в списке Класс нужный класс объектов (деревья, растения, люди, автомобили).

Размещение элементов антуража на проектном виде.

Техника размещения элементов антуража стандартная с использованием на панели Архитектура – Строительство команды Компонент. Некоторые элементы можно вставлять в проект, используя инструмент Компонент площадки (вкладка Формы генплан – Создание площадки).

4. Съемка проекта.

При съемке проекта формируется вид, на котором камера перемещается по определенной траектории на плане этажа (рис.6.17). На этой траектории создаются ключевые точки, положение которых задается пользователем, и промежуточные точки, которые программа формирует методом интерполяции. По умолчанию съемка выполняется в перспективной проекции, но можно ее выполнять и в параллельной проекции.

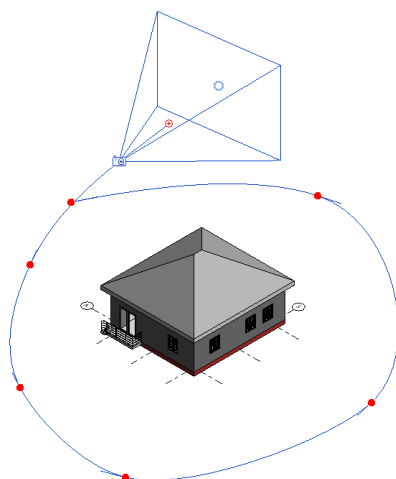


Рис. 6.17 Пример траектории съемки

Создание траектории съемки.

1. Открыть вид, на котором нужно сформировать траекторию просмотра (вид плана, 3D-вид, а также виды разрезов и фасадов).

2. На панели Вид – Создание выбрать команду 3D-вид – Обход.

3. Если нужно создать траекторию в параллельной проекции, в строке параметров сбросить опцию Перспективная. Также выделить масштаб вида для 3D-вида.

4. Если выбран вид плана, установить в поле Смещение высоты камеры относительно уровня, выбранного из предлагаемого списка. Это, например, может потребоваться при подъеме камеры по лестнице.

5. Показать на виде щелчками положения ключевых камер. В каждой точке установки этих камер задавать при необходимости их высоту согласно предыдущему пункту.

6. Завершить построение траектории, нажав на контекстной панели Обход кнопку. В Диспетчере проектов в папке Обходы появится вид просмотра Обход 1.

Редактирование траектории просмотра.

В этой процедуре можно устанавливать положение активной камеры на траектории, изменять саму траекторию, добавлять и удалять ключевые кадры.

1. Выделить траекторию съемки. Если она не видна, раскрыть в Диспетчере проектов папку Обходы и выбрать из контекстного меню на имени траектории команду Показать камеру.

2. На контекстной панели Обход выбрать команду Редактировать обход. Панель Обход примет вид, показанный на рисунке 6.18.

3. В строке параметров выбрать из списка Контроль вид редактирования:

- Активная камера – перемещение камеры по траектории путем перетаскивания на ключевые кадры или указания номера кадра в поле Кадр. Для активной камеры, находящейся в положении ключевой кадра, можно изменить ее направление

и границу видимости. В других положениях камеры можно изменять только границу видимости;

- Траектория – изменение положения ключевых кадров путем их перетаскивания в новую позицию. При необходимости можно изменить вертикальное положение ключевого кадра, для этого надо переключиться на окно соответствующего открытого фасада или разреза. Переключаться на новый вид из Диспетчера проектов нельзя, так как произойдет сброс режима редактирования.

- Добавить / Удалить ключевой кадр – добавление на траектории ключевого кадра осуществляется путем установления курсора на линию траектории и при появлении на ней точки необходимо щелкнуть мышью, ключевой кадр будет создан. Чтобы удалить ключевой кадр достаточно на него навести курсор и, щелкнув мышью, удалить его.

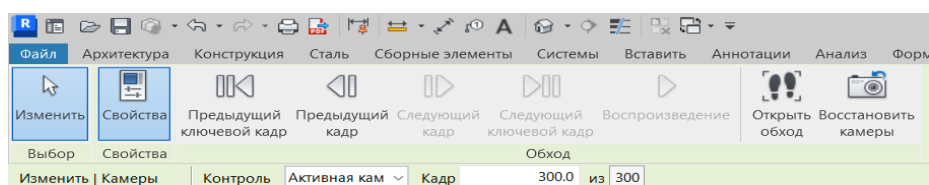


Рис. 6.18 Панель «Обход» при редактировании

Изменение скорости перемещения камеры. Эта процедура позволяет изменять скорость перемещения камеры между каждой парой соседних ключевых кадров. Если камера находится уже в режиме редактирования, то в строке параметров необходимо нажать кнопку Кадры обхода с обозначенным на ней значением, соответствующим числу кадров в траектории (по умолчанию 300). Откроется окно Кадры обхода, в котором можно задать количество кадров на траектории, скорость просмотра кадров, установить / снять постоянную скорость обхода камеры и просмотреть информацию о каждом ключевом кадре по следующим полям:

- Ключевой кадр – номера ключевых кадров на траектории просмотра;
- Кадр – положение ключевого кадра. Поскольку ключевой кадр может размещаться в любой точке траектории, его положение может принимать дробные значения;
- Ускорение – числовой коэффициент, управляющий скоростью просмотра, устанавливаемой на интервале от выбранного до следующего ключевого кадра. Значения данного коэффициента можно изменять от 0.1 до 10 для каждого ключевого кадра, если снять флажок с параметра Постоянная скорость;
- Скорость – скорость перемещения камеры вдоль траектории на каждом ключевом кадре;
- Прошло времени – расчетное время, прошедшее с момента перемещения из положения первого ключевого кадра в текущий ключевой кадр.

По умолчанию камера перемещается по траектории с постоянной скоростью. Ее можно изменить уменьшением или увеличением полного числа кадров или числа кадров в секунду. Для перемещения камеры с постоянной скоростью следует установить соответствующий флажок.

Для отображения на траектории обычных кадров необходимо включить флажок Индикаторы, а в поле Кадров между индикаторами установить значение через сколько кадров будет выбираться кадр для отображения. Например, при значении 5 будут отображаться обычные кадры с номерами 1, 6, 11, 16, ...

Управление просмотром съемки.

На виде съемки или на виде, где создавалась траектория, необходимо выделить соответственно рамку кадра или траекторию. Затем нажать на контекстной панели Обход кнопку Редактировать обход. Далее, используя кнопки на панели, можно переходить пошагово к соседним обычным (Следующий кадр и Предыдущий кадр) и ключевым кадрам (Следующий ключевой кадр и Предыдущий ключевой кадр).

Кнопка Воспроизведение на панели запускает автоматический просмотр съемки. Для остановки автоматического просмотра можно нажать Отмена на линейке выполнения (в левом углу под рабочей областью) или нажать клавишу «Esc». Необходимо заметить, что в процессе автоматического просмотра его скорость будет пропорциональна только количеству кадров. Заданная настройка скорости в окне Кадры обхода будет обеспечиваться после создания avi-файла (экспорта) съемки и просмотра его в соответствующем проигрывателе.

Экспорт съемки.

Съемку можно экспортировать в avi-формате или в стандартных графических форматах растровых изображений (jpeg, tiff, bmp, gif, или png). В последнем случае каждый кадр съемки сохраняется как отдельный файл. Для экспорта съемки следует выполнить следующие действия

1. Открыть в Диспетчере проектов вид съемки, для которого необходимо создать avi-файл либо серию растровых изображений.
2. Открыть из меню приложений командой Экспорт – Изображения и анимации – Обход окно Длина / Формат, в котором настроить длину съемки и визуальный стиль графики.
3. Нажать ОК. Откроется окно Экспорт обхода.
4. Выбрать avi-формат для создания анимационного ролика, либо один из графических форматов для создания растровых изображений каждого кадра. Найти место, ввести имя и сохранить вид.
5. В открывшемся окне Сжатие видео выбрать метод сжатия и кнопкой ОК запустить процесс записи. При необходимости можно остановить запись avi-файла, нажав кнопку Отмена на линейке выполнения (в правом углу под рабочей областью) или нажав клавишу «Esc».

Файл свободной съемки можно открыть для просмотра на любом подходящем проигрывателе. При этом время просмотра будет точно соответствовать настройкам, произведенным в окне Кадры обхода [2].

СПИСОК ИСТОЧНИКОВ ЛИТЕРАТУРЫ ПО ТЕМЕ 6 «ОСНОВЫ ВИЗУАЛИЗАЦИИ ПРОЕКТА В AUTODESK REVIT»:

1. Прижвижкин, С.В. Основы технологий информационного моделирования зданий: учебно-методическое пособие. / С.В. Прижвижкин, В.Б. Сальников, М.М. Карманова, С.А. Сербин; науч.ред. Н.И. Фомин. – Екатеринбург: ООО «Издательство учебно-методический центр УПИ», 2021. – 225 с.
2. Кирколуп, Е. Р. Информационное моделирование объектов строительства [Электронное издание] : практикум / Е. Р. Кирколуп ; Алт. гос. техн. ун-т им. И. И. Ползунова. – Барнаул : Изд-во АлтГТУ, 2020. – Режим доступа : http://elibrary.altstu.ru/uploads/open_mat/2020/Kirkolup_InfModObjStr_LP_ump.pdf

Тема 7 ПРОЕКТИРОВАНИЕ ИНЖЕНЕРНЫХ СИСТЕМ НА ОСНОВЕ BIM-МОДЕЛИ

#ТеоретическийРаздел

1. Особенности создания информационных моделей инженерных сетей теплогазоснабжения и вентиляции.
2. Библиотека семейств инженерного оборудования.
3. Расстановка пространств на основе помещений AP.
4. Размещение сантехнического оборудования.
5. Расстановка отопительных приборов, арматуры и соединение их трубами.
6. Расстановка воздухораспределителей, моделирование сети вытяжных воздуховодов, расстановка арматуры.
7. Настройка системных семейств воздуховодов и труб, настройка их размеров и трассировки.
8. Расстановка технологических отверстий в стенах и перекрытиях.
9. Проверка на наличие коллизий между всеми элементами разделов ОВ и AP.
10. Посистемное создание планов.
11. Посистемное создание изометрических чертежей.
12. Расчетные решения для проектирования систем теплогазоснабжения и вентиляции.

При изучении теоретических вопросов по данной теме необходимо использовать следующие источники информации:

1) Зиганшин, А.М. Smart BIM в О и В. Информационное моделирование в отоплении и вентиляции = Smart BIM in HVAC. Information Modeling in Heating and Ventilation Systems: Учебно-методическое пособие для учебной и научной работы студентов направления «Строительство» (квалификация «магистр»). Изд. 2-е, перераб. и дополн. / А.М. Зиганшин, М.Г. Зиганшин. – Казань: Изд-во Казанск. гос. архитектур.-строит. ун-та, 2019. – 349 с.

2) Суханова, И.И. «Проектирование инженерных систем на основе BIM модели в Autodesk Revit MEP : учебное пособие для вузов /И.И. Суханова, С. В. Федоров, Ю. В. Столбихин, К. О. Суханов. – 3е изд., стер. – Санкт-Петербург : Лань, 2024. –148 с.

3) Методичка – Блог Вадима Муратова [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://muratovbim.pro/manual/> – Дата доступа: 20.05.2025

4) Видеокурс «Autodesk Revit MEP: Продвинутый уровень» – Vysotskiy consulting [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://bim.vc/edu/courses/autodesk-revit-mep-prodvinutyy-uroven/> – Дата доступа: 20.05.2025

5) Видеокурс «Revit ОВ/ВК: быстрый старт» – Vysotskiy consulting [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://bim.vc/edu/courses/revit-ov-vk-bystryy-start/> – Дата доступа: 20.05.2025

1. Инфраструктура BIM в организации.
2. Структура BIM-отдела. Роли и обязанности BIM-специалистов.

1. Инфраструктура BIM в организации.

BIM-инфраструктура — это совокупность программно-технических средств, обеспечивающих работу организации с информационными моделями зданий. Она включает как программные, так и аппаратные компоненты.

Основные компоненты инфраструктуры:

- 1) Основное программное обеспечение:
 - Авторская программа BIM;
 - Программное обеспечение для рецензирования;
 - Программное обеспечение для координации;
 - Программное обеспечение для анализа.
- 2) Аппаратное обеспечение, позволяющее комфортно интегрировать все компоненты.
 - Серверное оборудование;
 - Рабочие станции;
 - Системы хранения данных;
 - Сетевая инфраструктура.
- 3) Система управления документами или рабочее пространство для координации проекта и протокол для хранения, управления и обмена моделями BIM, созданными в организации и с внешними партнерами по проекту [1].

Минимальные технические требования к инфраструктуре:

- Мощные компьютеры для работы с 3D-моделями;
- Достаточный объем оперативной памяти;
- Быстродействующие накопители;
- Стабильное сетевое подключение;
- Специализированное программное обеспечение.

Правильно организованная BIM-инфраструктура позволяет эффективно управлять проектами, обеспечивать высокое качество документации и сокращать сроки реализации строительных объектов. При этом важно учитывать как технические, так и организационные аспекты внедрения.

2. Структура BIM-отдела. Роли и обязанности BIM-специалистов.

В классической команде, когда BIM только вводится в организацию, существует всего три базовых роли:

- BIM-менеджер;
- BIM-координатор;
- BIM-моделлер (он же BIM-автор, проектировщик)

BIM-менеджер.

Коммуникация и посредничество между сторонами заказчика и подрядчика

происходит часто в случае небольших и не слишком сложных проектов напрямую. То же самое справедливо для координации и согласования среди участников проекта, причем во многих случаях роль «генерального проектировщика» выполняет архитектор. Когда растут размеры проектов и связанными с этим затратами на координацию возникла необходимость наличия отдельного специалиста с соответствующими профессиональными знаниями. В случае BIM эта необходимость еще более усиливается, эту задачу берет на себя так называемый BIM-менеджер, который, как управляющий проектом и доверенное лицо заказчика, следит за тем, чтобы были реализованы его требования. Часто BIM-менеджер – это лицо, квалификация и навыки которого соответствуют руководителям проекта и специалиста-строителя, а также владение информационными технологиями. Он контролирует и координирует всю информацию по проекту. Наряду с этим BIM-менеджер может использоваться не просто в конкретном проекте, но в общем на предприятии, так как его методы работы лучше всего ориентировать на BIM.

BIM-координатор.

В иерархии один уровень ниже BIM-менеджера занимает BIM-координатор. В отличие от BIM-менеджера координатор находится на стороне подрядчика и управляет здесь совместной работой и потоком информации. Его роль сравнима с задачами такого же координатора САПР в проектное бюро, разумеется, расширенная на постановки вопросов, возникающих при использовании BIM и создании, и эксплуатации направленных на это моделей строительного объекта.

BIM-координатор при этом внутри своей профессиональной области является первым контактным лицом для всех сотрудников, координирует их работу и поддерживает их при создании моделей строительного объекта и документации проекта в отношении требуемого качества и необходимого содержания информации. Они контролируются им перед дальнейшей передачей, внешняя коммуникация с BIM-менеджером и участниками проекта из других разделов относятся также к области его задач. Поэтому координатору BIM кроме обширных профессиональных знаний собственного программного обеспечения и его особенностей требуются дополнительно как минимум основные знания в области других САПР-приложений, а также информационных технологий в общих чертах. В равной мере к компетенциям координатора BIM относятся коммуникации и способность работать в команде, а также глубокое понимание BIM и связанных с ним методов и процессов при развитии проекта.

BIM-моделлер.

Ниже по иерархии место занимает BIM-моделлер. Он выступает в роли разработчика моделей и является ответственным за создание и обслуживание моделей строительного объекта. А также наблюдает за проектной документацией, необходимой для проектирования и исполнения. Поэтому он должен точно знать не только собственные используемые для этого программы и потоки работ, но, в частности, также их особенности в отношении IFC-направленного моделирования и BIM-конформных работ - OPEN BIM.

Функции проектной команды (рис. 8.1).

В составе проектной команды должны быть квалифицированные специалисты, имеющие опыт выполнения BIM-проектов и организации работ по BIM-проектированию. Среди специалистов, вовлеченных в процесс проектирования по BIM-технологии данного проекта, можно выделить перечень основных ролей:

- стратегическая (BIM-менеджер);
- управленческая (BIM-координатор);
- техническая (BIM-мастер, IT-специалист);
- консультационная и обучающая (сторонний консультант);
- производственная (BIM-автор, проектировщик).



Рис. 8.1 Функции проектной команды.

Стратегическая функция:

Выполняется BIM-менеджером. Чтобы успешно внедрить и применить технологии BIM в компании его наличие обязательно. Предполагается, что он разбирается как в процессах проектирования, так и специфики BIM-процессов.

Управленческая функция:

Выполняется на уровне проекта. Как правило, данные обязанности выполняет руководитель проектной группы. BIM-координатора здесь заменяет его, и также дополняет его функционал BIM функциями. Он выполнять текущую работу по проекту, но также выполнять задачи, связанные с BIM-технологией. Как правило, на одном проекте требуется наличие по одному BIM-координатору для каждого направления, присутствующего в проекте (архитектурная часть, конструктивная часть, инженерные системы).

Техническая функция:

Связана с созданием и корректировкой BIM-контента (семейств, шаблонов), а также управлением сетевыми и IT-ресурсами. На начальном этапе данную работу может выполнять BIM-менеджер, при увеличении масштабов использования рекомендуется введение должности BIM-мастера для каждого направления проектирования, а также IT-специалиста (системного администратора).

Производственная функция:

Непосредственно создание модели и подготовка документации, возлагается на

проектировщика (BIM-автора), имеющего опыт работы по специальности и навыки использования Revit. Он в непосредственном подчинении у BIM-координатора, который обладая навыками руководителя проектной группы следит за корректностью выполняемой работы.

Работа в каждой команде имеет свои отличия, но и схожие черты, которые появляются из-за специфики работы и уже отлаженной схемы, которую вводит ни одна организация. Так и здесь, BIM отдел, это прежде всего строительный отдел, который выполняет какую-то проектную деятельность. Можно добавлять, убирать роли, но схема, при которой каждый специалист на своем этапе отвечает за свою область работы, остается неизменной [2].

СПИСОК ИСТОЧНИКОВ ЛИТЕРАТУРЫ ПО ТЕМЕ 8 «ОРГАНИЗАЦИЯ И КОНТРОЛЬ BIM-ПРОЦЕССОВ ВНУТРИ ОРГАНИЗАЦИИ (КООРДИНАЦИЯ ПРОЕКТА)»:

- 1) Иманкулов, А. Т. Особенности внедрения BIM-технологий в организацию / А. Т. Иманкулов // Молодой ученый. – 2019. – № 22 (260). – С. 535-537
- 2) BIM команда. Роли и задачи | Wiki.Saint-Gobain [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://wiki.saint-gobain.ru/services/bim/bimparty/> – Дата доступа: 27.05.2025

Тема 9 ОРГАНИЗАЦИЯ СОВМЕСТНОЙ РАБОТЫ ПРИ ПРОЕКТИРОВАНИИ ОБЪЕКТА КАПИТАЛЬНОГО СТРОИТЕЛЬСТВА ПРИМЕНИТЕЛЬНО К BIM-ТЕХНОЛОГИИ

#ТеоретическийРаздел

1. Способы организации совместной работы (IFC-формат. Концепция «Open BIM» и «Closed BIM». Среда общих данных (CDE)).
2. Совместная работа в Autodesk Revit (Сохранение и синхронизация файлов. Файл-Хранилище. Рабочие наборы. Сервера.)

1. Способы организации совместной работы (IFC-формат. Концепция «Open BIM» и «Closed BIM». Среда общих данных (CDE)).

Industry Foundation Classes, IFC-формат (рис. 9.1) – специальный, универсальный, нейтральный, открытый формат для обмена между различным, в том числе инженерным ПО. Используется для информационного моделирования, когда BIM-модель необходимо передать из одного ПО в другое, а также для представления моделей в органы государственной экспертизы и заказчику.



Рис. 9.1 Логотип IFC-формата

Программное обеспечение, поддерживающее формат IFC:

Graphisoft: ArchiCAD поддерживает IFC 1.51, IFC 2.00, IFC 2x, IFC 2x2, IFC 2x3 начиная с ArchiCAD 7.

Tekla: Tekla Structures поддерживает IFC 2x2 и IFC 2x3

Nemetschek: VectorWorks поддерживает IFC 2x3 при помощи VectorWorks IFC v.2x3 plug-in

Nemetschek: Allplan поддерживает IFC 2x3, 2x4, IFC XML 2x3

Nemetschek: SCIA поддерживает IFC2x3

Autodesk: Revit поддерживает IFC4, IFC2x3, IFC2x2 и IFC2x[1]

Autodesk: Autocad поддерживает IFC 2x2 и IFC 2x3

OpenBim The Open toolbox for Bim поддерживает IFC 2x3

Trimble: SketchUp Pro поддерживает IFC 2x3

FreeCAD: Пакет трехмерного проектирования с открытыми исходными кодами с архитектурным модулем на базе ядра OpenCASCADE.

Renga Software: Renga Architecture, Renga Structure и Renga MEP поддерживают IFC 2x3

Open Design Alliance: Open Design Alliance, ODA IFC SDK поддерживает работу

с IFC2x3, IFC4, IFC4x2.

Формат был разработан консорциумом International Alliance for Interoperability (IAI) в 1995 году. С 2005 года разработка и поддержка осуществляется организацией BuildingSMART International. Формат официально зарегистрирован Международной организацией по стандартизации (ISO).

Среда общих данных (Common Data Environment, CDE) – комплекс программно-технических средств, обеспечивающий совместное использование информации по проекту. Является общим для всех участников проекта хранилищем информации по проекту и используется для сбора, управления и распространения документации между участниками данного проекта

Концепция «Open BIM» и «Closed BIM».

Open BIM основан на методе и рабочем процессе, при которых все участники могут сотрудничать и обмениваться информацией о проекте друг с другом, используя непатентованные, нейтральные форматы файлов независимо от используемых ими инструментов и приложений BIM.

Обмениваемая информация включает в себя не только геометрические данные BIM-модели, но и другие параметрические данные, такие как спецификации, подсчёт количества, закупка материалов, оценка стоимости и поэтапное строительство — как и в закрытой BIM-среде.

Внедрение Open BIM привело к разработке ряда протоколов и открытых стандартов для нужд отрасли. Наиболее распространённые открытые протоколы BIM, используемые в настоящее время, включают в себя отраслевые базовые классы (IFC) и обмен информацией о строительных операциях (COBie).

Open BIM – это универсальный подход к совместному проектированию, реализации и эксплуатации зданий, основанный на открытых стандартах и рабочих процессах. Open BIM – это инициатива buildingSMART International (bSI) и нескольких ведущих поставщиков программного обеспечения, использующих открытую модель данных buildingSMART.

Преимущества Open BIM:

- поддерживает прозрачный, открытый рабочий процесс, позволяющий участникам проекта участвовать в работе независимо от используемых ими программных инструментов.

- создает общий язык для процессов, на которые часто ссылаются, позволяя промышленности и государственным органам закупать проекты на прозрачных коммерческих условиях, с сопоставимой оценкой услуг и гарантированным качеством данных.

- предоставляет постоянные данные о проекте для использования на протяжении всего жизненного цикла объекта, что позволяет избежать многократного ввода одних и тех же данных и связанных с этим ошибок.

- позволяет малым и крупным (платформенным) поставщикам программного обеспечения участвовать в разработке и конкурировать в области независимых от системы «лучших в своем классе» решений.

- расширяет возможности онлайн-поставок за счёт более точного поиска по запросам пользователей и предоставляет данные о продукте непосредственно в BIM.

Closed BIM, иногда называемый «одиночным BIM», – это среда BIM, в которой все ключевые участники проекта используют одно и то же программное обеспечение (а иногда и одну и ту же версию этого программного обеспечения) для BIM-приложений. Такой подход может включать в себя использование разных профессий,

использующих BIM-совместимые приложения от одного и того же поставщика, например Autodesk. Например, главный архитектор может использовать Revit Architecture для моделирования архитектурных элементов, инженер-строитель может использовать Revit Structure, чтобы взять за основу архитектурную BIM-модель и определить структуру здания, а консультант по проектированию инженерных систем будет использовать Revit MEP для моделирования элементов инженерных систем здания.

Хотя при закрытом методе и подходе BIM не требуется преобразование файлов, этот процесс является ограничивающим в том смысле, что он позволяет взаимодействовать только участникам проекта, хорошо знакомым с определёнными инструментами BIM, тем самым, не обеспечивая «настоящую» или «открытую» интеграцию. Это не значит, что такой подход не является предпочтительным, поскольку во многих случаях он позволяет уменьшить проблемы совместимости, возникающие при использовании различных программных решений в рамках одного проекта [1].

2. Совместная работа в Autodesk Revit (Сохранение и синхронизация файлов. Файл-Хранилище. Рабочие наборы. Сервера.)

В Revit осуществляется бесшовная работа нескольких пользователей в одном файле проекта. Благодаря этому обеспечивается централизованное хранение данных, исключение рассинхронизации работы пользователей, постоянная актуальность информации.

Технически система обеспечения совместной работы представляет собой один центральный файл Revit (**файл хранилища**), к которому подключаются несколько пользователей путем создания локальной копии файла хранилища; пользователь выполняет работу в локальном файле, а затем выполняет «синхронизацию» — запись изменений в центральный файл. После этого во время синхронизации следующего пользователя он, с одной стороны, запишет в центральный файл сделанные им изменения, с другой стороны — получит в свой локальный файл изменения, выполненные другими пользователями. Таким образом, после синхронизации все локальные файлы становятся идентичными между собой и с файлом хранилища.

Одновременная работа нескольких пользователей над одним элементом исключается благодаря инструментам Revit по «заимствованию» и «освобождению» элементов и «рабочих наборов».

Файл хранилища и локальные файлы.

При работе нескольких сотрудников с использованием файла-хранилища необходимо выполнение следующих требований:

Центральный файл (файл хранилища) должен храниться на центральном сервере компании с использованием ПО Autodesk Revit Server;

Открытие локальных файлов на локальной машине не рекомендуется. Каждый раз при начале сеанса работы с проектом (например, в начале рабочего дня) следует создавать новый локальный файл с файла хранилища;

При повторном создании локального файла будет отображено сообщение о замене существующего локального файла (созданного ранее). При наличии доступного дискового пространства на локальном компьютере рекомендуется выбирать опцию «Добавить штампель даты и времени» (в этом случае к имени ранее созданного файла будет добавлена текущая дата и время, данный файл может использовать как архивная копия проекта), иначе выбрать «Заменить файл» (в этом случае предыдущая версия локального файла будет удалена).

Синхронизация локального файла должна выполняться каждые 30 минут. В настройках Revit следует включить периодичность напоминаний о синхронизации файла – «30 минут»;

Перед покиданием рабочего места пользователь должен выполнить синхронизацию локального файла;

Правила помещения элементов в рабочие наборы должны быть определены индивидуально для каждого раздела проекта в «Плане разработки BIM-проекта».

Рабочие наборы.

Рабочий набор — это набор любых элементов, позволяющий осуществить коллективную работу нескольких участников над одним проектом.

В ранних версиях Revit пользователь перед началом работы должен был получить для редактирования определенный набор элементов, на время работы эти элементы блокируются от изменения другими пользователями. После окончания работы над данным набором элементов пользователь должен был сохранить выполненную работу и освободить рабочий набор.

В современных версиях Revit добавлен инструмент «Заимствования» элементов, поэтому полное получение рабочего набора для редактирования не обязательно. При начале работы с любым элементом Revit автоматически блокирует этот элемент для всех других пользователей, после выполнения синхронизации с файлом хранилища — одновременно с сохранением данных выполняется «освобождение» элемента, который становится доступным для редактирования другими пользователями.

Как правило, при использовании «полного» заимствования рабочего набора блокируется слишком большое количество элементов, что создает проблемы для других проектировщиков, работающих в данном файле, поэтому этот способ работы не рекомендуется..

Тем не менее, «рабочие наборы» — удобный инструмент для организации работы пользователей.

Рекомендуется использовать рабочие наборы для следующих целей:

- блокировать от изменения утвержденные участки проекта, которые уже не должны изменяться, путем переноса элементов в определенный рабочий набор и заимствования его ответственным сотрудником, например, руководителем группы;

- создавать «вспомогательные» элементы, которые не будут отображаться на всех видах и листах в проекте, кроме тех видов, где они будут принудительно включены;

- открывать проект не полностью, а только определенные рабочие наборы, что значительно ускоряет работу над объемными проектами. Revit гарантирует целостность данных в модели даже в случае, если модель открыта не полностью;

- возможность скрывать элементы рабочего набора в основном файле и во всех связанных файлах, при условии одинакового именования рабочих наборов.

Также наличие рабочих наборов является необходимым и достаточным условием для того, чтобы файл проекта можно было сохранить в качестве файла хранилища на Revit Server.

Рекомендации по использованию рабочих наборов:

- 1) Каждый элемент модели должен быть определен в соответствующий рабочий набор.

- 2) Состав основных рабочих наборов должен быть стандартизирован. Должно быть исключено дублирование рабочих наборов, либо создание в разных файлах

рабочих наборов одинакового назначения, но имеющих разные имена;

3) В файле должны быть созданы отдельные рабочие наборы для осей и уровней;

4) Для каждого связанного файла должен быть создан свой рабочий набор с именем «Связанный файл» + имя связанного файла;

5) Вспомогательные элементы, которые не должны отображаться у проектировщиков других специальностей, должны быть перенесены в отдельный рабочий набор, в начале имени которого должен быть указан символ «!»;

6) Состав основных рабочих наборов должен быть утвержден в плане разработки BIM-проекта;

7) Полное заимствование рабочего набора (“владение рабочим набором”) должно быть исключено. При каждой синхронизации сотрудник должен освобождать все заимствованные элементы;

8) Для визуального контроля распределения элементов по рабочим наборам следует использовать инструмент «Экран совместной работы»:

Частичное открытие модели:

При открытии модели, содержащей рабочие наборы, есть возможность открывать модель не полностью, а только некоторые рабочие наборы из модели. Это ускоряет открытие и быстроедействие модели, исключает случайное изменение элементов, работа с которыми не предполагается.

Для этого при открытии модели следует выбрать выпадающий список рядом с кнопкой «Открыть» и выбрать «Задать». После этого нажать «Открыть». При этом будет отображено окно выбора рабочих наборов. Следует выбрать рабочие наборы, открывать которые не нужно, и щелкнуть кнопку «Закрыть». После окончания настройки выбрать «Ок».

Закрытие рабочих наборов влияет только на локального пользователя и не влияет на центральную модель.

Особенно важно использовать данный метод при работе с использованием связанных файлов большого объема: в этом случае при каждом открытии файла выполняется обновление всех связанных файлов, что может сильно замедлить открытие и снизить быстроедействие модели. Каждый связанный файл должен быть помещен в отдельный рабочий набор с именем, соответствующим имени связанного файла. При открытии файла есть возможность закрыть рабочие наборы файлов, работа с которыми в данный момент не предполагается. Данные связанные файлы не будут загружаться при открытии файла для данного пользователя.

Revit Server.

Revit Server – бесплатное приложение от Autodesk для совместной работы с моделями.

При работе с Revit Server все модели сохраняются в одном месте, где каждая разбивается на много мелких файлов-частей. Благодаря этому достигается более высокая скорость синхронизации, ведь синхронизируются только измененные части.

Рекомендуют использовать Revit Server при работе в группе от 3-х человек над одним файлом.

Основные преимущества:

- возможность синхронизироваться без оглядки на других пользователей, так как каждый пользователь обновляет на сервере только те части, которые изменил, поэтому не надо ждать очереди на синхронизацию и рисковать получить ошибку доступа к файлу-хранилищу;

- некоторые увеличение скорости самой синхронизации, так как передаётся меньший объём информации [2].

Пошаговая инструкция по созданию Файла-хранилища и настройке Revit Server доступна по предоставленным ссылкам.:

1) Revit. Совместная работа: как создать файл-хранилище [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://dzen.ru/a/XjqlhF3nigr3uHgk>. – Дата доступа: 15.05.2025

2) Revit. Совместная работа: настройка Revit Server [Электронный ресурс]. – Режим доступа: https://dzen.ru/a/X17m1ZPMbHL_oHnw#metod_rabot. – Дата доступа: 15.05.2025

**СПИСОК ИСТОЧНИКОВ ЛИТЕРАТУРЫ ПО ТЕМЕ 9
«ОРГАНИЗАЦИЯ СОВМЕСТНОЙ РАБОТЫ ПРИ ПРОЕКТИРОВАНИИ
ОБЪЕКТА КАПИТАЛЬНОГО СТРОИТЕЛЬСТВА ПРИМЕНИТЕЛЬНО К BIM-
ТЕХНОЛОГИИ»:**

1. Building the Future: Understanding Open BIM vs Closed BIM [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://www.linkedin.com/pulse/open-bim-vs-closed-which-one-fits-your-project-needs-bimoffis-zkdof>. – Дата доступа: 17.05.2025

2. Совместная работа и рабочие наборы [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://marksdigital.ru/knowledgebase/standart-informatsionnogo-modelirovaniya/sovместnaya-rabota-i-rabochie-nabory/>. – Дата доступа: 17.05.2025

Тема 10 СОЗДАНИЕ ЕДИНОЙ ЦИФРОВОЙ ЭКОСИСТЕМЫ ПРОЕКТА НА ОСНОВЕ ТЕХНОЛОГИЙ ИНФОРМАЦИОННОГО МОДЕЛИРОВАНИЯ, ИСКУССТВЕННОГО ИНТЕЛЛЕКТА И ВИРТУАЛЬНОЙ РЕАЛЬНОСТИ

#ТеоретическийРаздел

1. Понятие цифровой экосистемы проекта.
2. Совместное применение ИИ и BIM-технологий для оптимизации процессов создания информационной модели здания.
3. AR/VR в BIM.

1. Понятие цифровой экосистемы проекта.

Цифровая экосистема проекта — это комплексное цифровое пространство, объединяющее множество сервисов, систем и участников проекта в единую интегрированную среду. Цель такой экосистемы — обеспечить максимальную эффективность, прозрачность и скорость выполнения всех процессов проекта через бесшовную интеграцию всех компонентов и участников. Это может быть достигнуто путем использования цифровых платформ, которые позволяют обмениваться информацией, документацией и ресурсами в режиме реального времени. Также цифровые экосистемы могут включать в себя системы управления проектами, которые позволяют контролировать выполнение задач и соблюдение сроков, что может быть полезно для крупных строительных проектов, где участвуют множество различных компаний и специалистов.

Информационное моделирование уже стало стандартом в проектировании, но его развитие только начинается. Сегодня BIM — это не просто 3D-модель, а платформа для интеграции с другими цифровыми технологиями. Уже сейчас его связывают с искусственным интеллектом, дополненной реальностью (AR), интернетом вещей (IoT), что позволяет создавать умные строительные проекты, где виртуальная и физическая составляющие тесно переплетаются, обеспечивая более эффективное управление на всех этапах строительства. Эти направления делают BIM важной частью цифровой экосистемы строительства — от идеи до эксплуатации. И именно они определяют, каким будет проектирование уже в ближайшие годы.

2. Совместное применение ИИ и BIM-технологий для оптимизации процессов создания информационной модели здания.

Интеграция искусственного интеллекта (ИИ) и информационного моделирования зданий (BIM) стремительно меняет подход к управлению строительством, делая его более эффективным и экологичным. Последние технологические достижения, особенно в области ИИ, сенсоров и анализа данных, расширяют возможности BIM в таких областях, как мониторинг в реальном времени, профилактическое обслуживание и оптимизация ресурсов. По мере того как строительная отрасль адаптируется к «Индустрии 4.0», слияние ИИ и BIM становится ключевым фактором цифровой трансформации, повышая эффективность, сотрудничество и экологичность на протяжении всего жизненного цикла проекта.

Современные исследования направлены на ускорение внедрения цифровых технологий в строительном секторе с упором на интеграцию искусственного интеллекта с информационным моделированием зданий (BIM) и более широким набором технологий «Большой девятки» — искусственный интеллект, дроны,

Интернет вещей, облачные вычисления, большие данные, сенсоры, носимые устройства, робототехника и расширенная реальность (VR/AR/MR/xR). Эти инновации обладают преобразующим потенциалом в таких областях, как автоматизированное проектирование, мониторинг строительства, эффективность использования ресурсов и управление безопасностью. Несмотря на перспективы, остаются проблемы с внедрением, совместимостью и этичным использованием.

Рассмотрим на практике, как именно ИИ может быть включен в операционные процессы современной компании, использующей BIM:

- С использованием машинного обучения и компьютерного зрения, ИИ может автоматически преобразовывать данные со сканеров и дронов в BIM модели, ускоряя процесс создания точных цифровых двойников зданий.

- ИИ может использоваться для моделирования и анализа различных сценариев, таких как энергопотребление, освещенность, вентиляция и другие параметры, чтобы улучшить устойчивость и эффективность зданий.

- Машинное обучение может использоваться для автоматической классификации и организации большого объема данных, связанных с проектом, делая их более доступными и полезными для всех участников проекта.

- С помощью ИИ и данных с дронов и сенсоров IoT можно осуществлять мониторинг прогресса строительства в режиме реального времени, выявлять отклонения от плана и принимать оперативные решения.

- Интеграция ИИ с системами управления зданиями позволяет оптимизировать энергопотребление, освещение и климат-контроль, создавая более комфортные и энергоэффективные условия для пользователей.

Одним из ключевых факторов успеха BIM с использованием искусственного интеллекта является его плавная интеграция с другими программами для рендеринга и 3D-моделирования. Например,

– **AUTODESK CONSTRUCTION CLOUD:**

Autodesk construction cloud включает в себя искусственный интеллект для оптимизации управления строительной документацией. Его возможности машинного обучения используются при организации и управлении обширными проектными чертежами. Благодаря возможности автоматически классифицировать и маркировать чертежи, Autodesk Construction Cloud гарантирует, что проектные группы смогут быстро получить доступ к нужным документам. Более того, он предлагает такие функции, как автоматический контроль версий и сравнение листов, что сокращает количество ошибок и предотвращает дорогостоящие задержки.

– **GENERATIVE DESIGN AUTODESK – УСКОРЕНИЕ ПРОЕКТИРОВАНИЯ:**

Autodesk Generative Design использует искусственный интеллект для ускорения этапа проектирования. Архитекторы и инженеры вводят конкретные параметры проекта, а ИИ генерирует тысячи альтернативных вариантов дизайна. Это ускоряет процесс проектирования и одновременно оптимизирует конструкции по таким критериям, как стоимость, экологичность и эстетика. Генеративное проектирование дает дизайнерам возможность исследовать более широкий спектр возможностей, что приводит к созданию инновационных и эффективных проектов.

– **SMARTVID.IO – ПОВЫШЕНИЕ БЕЗОПАСНОСТИ:**

Smartvid.io — это платформа на базе искусственного интеллекта, которая повышает безопасность строительных проектов. Он использует машинное обучение для анализа изображений и видео с рабочих площадок, выявления потенциальных угроз безопасности и оповещения проектных групп в режиме реального времени.

Прогнозная аналитика Smartvid.io помогает проектным командам активно решать вопросы безопасности, снижая риск несчастных случаев и травм.

Применение ИИ в BIM моделировании открывает новые возможности для повышения эффективности, снижения затрат и улучшения качества строительных проектов. Технологии ИИ и BIM в сочетании с AR создают инновационные решения, делая строительную отрасль более устойчивой и прогрессивной [1].

3. AR/VR /MR/xR в BIM.

Современные технологии стремительно меняют подходы к проектированию и строительству. Совместное применение технологий информационного моделирования (BIM) с дополненной (AR), виртуальной (VR) и смешанной (MR) реальностью открывает новые горизонты для создания интерактивных 3D-виджетов и иммерсивной визуализации, что позволяет проектировщикам, заказчикам и строителям взаимодействовать с объектами на качественно новом уровне.

Рассмотрим следующие определения:

Виртуальная реальность (Virtual Rality, VR) это созданный техническими средствами мир (объекты и субъекты), передаваемый человеку через его ощущения: зрение, слух, обоняние, осязание и другие. Сам термин «виртуальный» происходит от лат. virtualis — возможный.

Дополненная реальность (Augmented Reality, AR, расширенная реальность, улучшенная реальность и т.д.) — результат введения в поле восприятия любых сенсорных данных с целью дополнения сведений об окружении и улучшения восприятия информации. Предположительно сам термин был введён инженером корпорации Boeing Томом Коделом в 1990 году. Уже тогда специалисты этой компании закрепляли на голове небольшие цифровые дисплеи, помогавшие им монтировать провода в самолёте.

Основной целью виртуальной реальности является создание своего цифрового мира максимально похожего на наш (хотя бы по физическим признакам), но этот мир всё же является смоделированным компьютером (или другим устройством), т.е. по сути созданным человеком в цифровой среде с нуля. Дополненная же реальность лишь накладывает элементы искусственной реальности на наше окружение. Виртуальная реальность взаимодействует лишь с человеком, дополненная — ещё и с внешним миром.

Смешанная реальность (гибридную, Mixed reality, MR) — объединение виртуальной и дополненной реальности, т.е. наложение несуществующих виртуальных объектов на наше окружение. Чтобы попасть в MR-мир, нужен специальный шлем с прозрачным объективом или камерой для наблюдения за реальным миром.

Расширенная реальность (Extended reality, XR) — объединяет VR, AR, MR и все будущие технологии, которые позволят объединить и смешать реальности. Пока что XR-гаджетов и девайсов нет.

Таким образом, дополненная реальность накладывает вспомогательные объекты на наше окружение, смешанная реальность встраивает виртуальные объекты в окружение и подстраивает их, виртуальная реальность создаёт своё окружение, не взаимодействуя с внешним миром [2].

BIM-модель — это не просто визуализация, а цифровой двойник объекта, который может использоваться для анализа, симуляции и оптимизации на всех этапах: от концепции до эксплуатации.

Дополненная и виртуальная реальность дополняют BIM, предоставляя новые способы взаимодействия с проектами. AR накладывает цифровую информацию на физический мир, позволяя, например, видеть, как будет выглядеть здание на реальной строительной площадке. VR, в свою очередь, создает полностью иммерсивную среду, где пользователь может "погрузиться" в виртуальный объект и исследовать его изнутри. Эти технологии особенно полезны на этапе презентации и согласования проектов. Заказчики, которые не обладают технической подготовкой, могут легко понять, как будет выглядеть объект, и внести свои предложения до начала строительства. Это снижает риск недопонимания и дорогостоящих изменений на поздних этапах.

Благодаря BIM 3D-модели и VR технологиям, специалисты могут:

- быстрее согласовать необходимые архитектурные, дизайнерские решения, решения по расположению оборудования, прокладке инженерных сетей и т. д.;
- обсудить план эвакуации, убедиться и протестировать принятые меры по требованиям безопасности объекта, до введения его в эксплуатацию;
- произвести подготовку персонала к работе со сложным оборудованием, производством, в среде VR (к примеру, есть сложная установка оборудования на которую необходимо отправить сотрудника или стажера для выполнения любого рода задач, хорошим решением будет произвести подготовку специалиста к работе с данным объектом в виртуальной среде, так у человека будет лучшее понимание предстоящей работы, что в последствии снизит риски ошибок и непонимания на настоящем объекте). Конструктивные особенности шлемов виртуальной реальности и программного обеспечения, позволяют добиться «полного погружения» обучаемого в необходимую среду [5].

Создание концептуальных интерактивных 3D-виджетов.

Одним из наиболее перспективных направлений является создание интерактивных 3D-виджетов на основе BIM-моделей. Эти виджеты представляют собой миниатюрные, но функциональные копии объектов, которые можно встраивать в веб-сайты, мобильные приложения или презентации. Они позволяют пользователям взаимодействовать с моделью: вращать, масштабировать, изменять материалы, просматривать внутренние помещения и даже проводить виртуальные экскурсии.

Например, застройщик может разместить на своем сайте интерактивный 3D-виджет будущего жилого комплекса. Потенциальные покупатели смогут "пройтись" по квартирам, выбрать отделку и мебель, а также увидеть, как будет выглядеть вид из окна. Это не только повышает вовлеченность, но и ускоряет процесс принятия решений.

Иммерсивная визуализация BIM.

Иммерсивная визуализация — это следующий шаг в эволюции BIM. С помощью VR-шлемов пользователи могут полностью погрузиться в виртуальную модель объекта. Это особенно полезно для сложных проектов, таких как промышленные объекты, больницы или аэропорты, где важно учитывать множество деталей и нюансов.

Иммерсивная визуализация позволяет:

- Проводить виртуальные инспекции объектов до начала строительства.

- Тестировать различные сценарии эксплуатации, например, эвакуацию при пожаре или движение потоков людей.
- Обучать персонал работе с новым оборудованием в безопасной виртуальной среде.

Кроме того, иммерсивная визуализация может использоваться для маркетинговых целей. Например, девелоперы могут предлагать клиентам виртуальные туры по еще не построенным объектам, что значительно повышает привлекательность проекта.

Преимущества интеграции BIM, AR и VR

1. Улучшение коммуникации: Все участники проекта, от архитекторов до заказчиков, могут легко понять и обсудить детали проекта благодаря наглядной визуализации.

2. Снижение ошибок: Возможность "увидеть" объект до начала строительства помогает выявить и устранить потенциальные проблемы на ранних этапах.

3. Экономия времени и ресурсов: Виртуальные модели позволяют тестировать различные варианты дизайна и инженерных решений без необходимости физического строительства.

4. Повышение вовлеченности клиентов: Интерактивные 3D-виджеты и виртуальные туры делают процесс выбора и согласования более увлекательным и понятным для конечных пользователей [3].

Примеры использования

- **Архитектура и строительство:** Компании используют BIM и VR для проектирования и презентации своих проектов, что позволяет сократить сроки согласования и повысить качество строительства.

- **Образование:** В университетах BIM, AR и VR используются для обучения студентов, позволяя им работать с виртуальными моделями и изучать сложные конструкции в интерактивном режиме.

- **Маркетинг:** В первую очередь виртуальная реальность позволяет увидеть будущее здание таким, каким оно будет в реальном окружении, и "испытать" его внутри и снаружи. Визуализация и рассмотрение объектов в масштабе 1:1 является эффективным инструментом презентации. Кроме того, объединение VR с BIM позволяет разработчикам начать продажи и маркетинговый процесс как можно раньше. Так, в сфере девелопмента начинают использовать VR-туры по объектам. Технологии виртуальной реальности позволяют погрузиться в виртуальное пространство объекта, представить его планировку и даже будущий интерьер. Застройщики получают возможность контролировать риски, связанные со спросом на объекты жилой и коммерческой недвижимости [4].

Будущее BIM, AR и VR

С развитием технологий искусственного интеллекта и интернета вещей (IoT) возможности BIM, AR и VR будут только расширяться. Уже сегодня мы видим, как эти технологии интегрируются в умные города, где BIM-модели используются для управления инфраструктурой, а AR помогает в обслуживании и ремонте.

В будущем можно ожидать появления полностью автономных строительных систем, где BIM-модели будут использоваться для управления роботами и дронами на строительных площадках. AR и VR станут стандартными инструментами для проектирования, строительства и эксплуатации объектов, делая эти процессы более эффективными и безопасными.

**СПИСОК ИСТОЧНИКОВ ЛИТЕРАТУРЫ ПО ТЕМЕ 10 «СОЗДАНИЕ ЕДИНОЙ
ЦИФРОВОЙ ЭКОСИСТЕМЫ ПРОЕКТА НА ОСНОВЕ ТЕХНОЛОГИЙ
ИНФОРМАЦИОННОГО МОДЕЛИРОВАНИЯ, ИСКУССТВЕННОГО
ИНТЕЛЕКТА И ВИРТУАЛЬНОЙ РЕАЛЬНОСТИ»:**

1. Искусственный интеллект и BIM | Tiver Group [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://tivergroup.com/blog/iskusstvennyj-intellekt-i-bim/>. – Дата доступа: 15.05.2025
2. Виртуальная, дополненная и смешанная реальность: суть понятий и история развития / Хабр [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://habr.com/ru/companies/dronk/articles/390805/>. – Дата доступа: 15.05.2025
3. Технологии информационного моделирования (BIM), дополненной (AR) и виртуальной реальности (VR) в проектировании | FocusBuilding News [Электронный ресурс]. – Режим доступа: https://dzen.ru/a/Z62iV_Lm5k3xhuy5. – Дата доступа: 07.05.2025
4. Беляков, В. А. Совместное использование BIM- и VR-технологий в проектировании зданий и сооружений / В. А. Беляков, М. А. Хламов // Информационное моделирование в задачах строительства и архитектуры : материалы VII Международной научно-практической конференции / Санкт-Петербургский государственный архитектурно-строительный университет ; под общ. ред. А. А. Семенова. – Санкт-Петербург : СПбГАСУ, 2024. – С. 168.
5. Дорохов, Д. С. Взаимодействие технологий информационного моделирования с возможностями виртуальной и дополненной реальности / Д. С. Дорохов, И. И. Овчинников // Вестник евразийской науки. – 2022. –Т. 14. – № 3. –URL: <https://esj.today/PDF/52SAVN322.pdf>

2 Практический раздел

#СтруктураЭУМК

1.1 МАТЕРИАЛЫ ДЛЯ ЛАБОРАТОРНЫХ ЗАНЯТИЙ ПО ДИСЦИПЛИНЕ «BIM - ТЕХНОЛОГИИ В ПРОЕКТИРОВАНИИ СИСТЕМ ТЕПЛОГАЗОСНАБЖЕНИЯ И ВЕНТИЛЯЦИИ»

Лабораторные занятия по дисциплине «BIM-технологии в проектировании систем теплогазоснабжения и вентиляции» делятся на группы работ в соответствии с основными этапами BIM-проектирования. В программе обучения рассмотрены только основные этапы, позволяющие усвоить необходимые материалы для выполнения рабочих проектов и позволяющие понять специфику работы проектных компаний в Revit.

В процессе изучения дисциплины студент должен выполнить комплексную графическую работу следующего содержания:

«В соответствии с индивидуальным заданием в программном комплексе Autodesk Revit выполнить информационную модель здания, сформировать чертежную документацию (планы этажей, фасады, необходимые разрезы, планы вентиляции или отопления, соответствующего этажа, спецификации), выполнить визуализацию проекта».

Краткое содержание лабораторных работ:

Лабораторная работа № 1, 2	
Тема занятия	«Autodesk Revit: основные понятия и определения, интерфейс»
Содержание работы	В ходе выполнения лабораторных работ необходимо: - изучить основные понятия и определения, используемые в программном комплексе «Autodesk Revit». - изучить элементы интерфейса программы «Autodesk Revit». - научиться настраивать интерфейс программы «Autodesk Revit».
Лабораторная работа № 3-9	
Тема занятия	«Базовые элементы проектирования в Autodesk Revit»
Содержание работы	В соответствии с вариантом (задание выдается преподавателем) по плану здания необходимо выполнить базовую архитектурную 3D модель 2-х этажного здания, что включает в себя: - построение сетки осей и уровней; - построение стен и фундамента; - построение перекрытий; - вставка окон и дверей; - нанесение аннотаций; - копирование элементов первого этажа на второй; - изменение планировки второго этажа; - построение кровли; - построение лестницы между этажами; - расстановка помещений, цветовые схемы.

Лабораторная работа № 10, 11	
Тема занятия	<i>«Работа с семействами. Создание пользовательского семейства в Autodesk Revit»</i>
Содержание работы	Используя инструментарий программного комплекса Autodesk Revit для работы с семействами, необходимо: 1) на основе базовой стены создать многослойную стену (задание выдается преподавателем); 2) создать семейство соединительной детали трубопровода (тройник).
Лабораторная работа № 12-18	
Тема занятия	<i>«Проектирование инженерных систем на основе BIM-модели»</i>
Содержание работы	На основе созданной 3D-модели необходимо: – выбрать и настроить необходимые системные семейства (типы воздуховодов и труб, настроить их размеры и трассировку), загрузить необходимые семейства в проект; – расставить пространства на основе помещений AP; – расставить сантехническое оборудование; – расставить отопительные приборы, арматуру и соединение их трубами; – расставить воздухораспределители, арматуру. – расставить необходимые отверстия в стенах и перекрытиях.
Лабораторная работа № 19, 20	
Тема занятия	<i>«Визуализация проекта в Autodesk Revit»</i>
Содержание работы	В ходе выполнения лабораторных работ необходимо создать статичный визуальный образ проекта: – выполнить настройку качества визуализации; – выбрать необходимое освещение; – настроить размеры и разрешение тонированного изображения; – настроить экспозицию.
Лабораторная работа № 21, 22	
Тема занятия	<i>«Создание проектной документации в Autodesk Revit»</i>
Содержание работы	На основе созданной 3D-модели необходимо: 1) выполнить посистемное создание планов и изометрических чертежей (например, план вентиляции 1 этажа и др.); 2) создать следующие спецификации: – Экспликация помещений (указывается номер, наименование и площадь помещения) – Спецификация пространств (указывается номер пространств (соответствует номеру помещения); наименование пространств (соответствует наименованию помещения); площадь; температура в помещении, С ⁰ ; теплопотери в помещении, Вт; приток м ³ /ч; вытяжка м ³ /ч); – Спецификация отверстий (номер отверстия, размер отверстия, плита/стена, отметка низа). 3) создать нужные Листы и экспортировать чертежи (на листах формата А4, А3, А2 размещаются необходимые виды и спецификации. Чертежи экспортируются в формат PDF или DWG).

Лабораторная работа № 23	
Тема занятия	<i>«Организация совместной работы при проектировании объекта капитального строительства применительно к BIM-технологии»</i>
Содержание работ	В процессе выполнения лабораторной работы необходимо: - изучить способы организации совместной работы применительно к BIM-технологиям; - организовать совместную работу в Autodesk Revit (создать Файл-Хранилище и Рабочие наборы).
Лабораторная работа № 24	
Тема занятия	<i>«Презентация проекта»</i>
Содержание работы	Используя инструментарий программного комплекса <i>Autodesk Revit</i> настроить существующий проект для презентации: - расставить мебель; - добавить элементы антуража; - добавить топографический план; - выполнить съемку проекта (произвести экспорт анимации в формат *.avi).

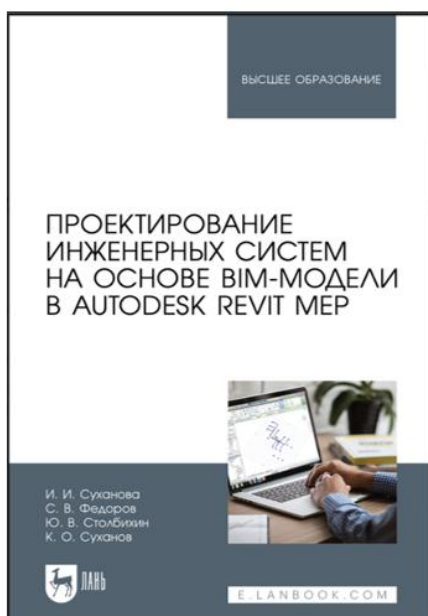
Отчет о выполнении комплексной графической работы состоит из двух частей и должен быть представлен в следующем виде:

Обязательный компонент	Альбом графических работ
Компонент на выбор (по согласованию с преподавателем)	Реферат, презентация или видеодемонстрация проекта.

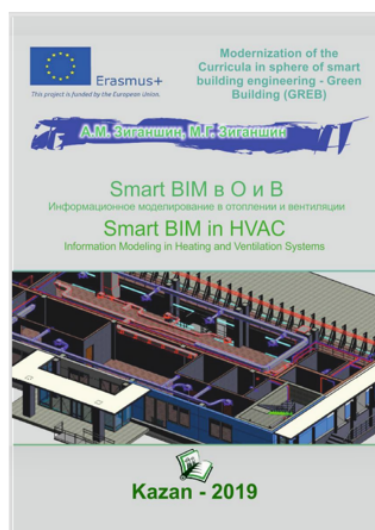
ДОПОЛНИТЕЛЬНАЯ ЛИТЕРАТУРА ДЛЯ ВЫПОЛНЕНИЯ ЛАБОРАТОРНЫХ РАБОТ:



Придвижкин, С.В. Основы технологий информационного моделирования зданий: учебно-методическое пособие / С.В. Придвижкин, В.Б. Сальников, М.М. Карманова, С.А. Сербин; науч.ред. Н.И. Фомин. – Екатеринбург: ООО «Издательство учебно-методический центр УПИ» – 225 с.



Суханова, И.И. «Проектирование инженерных систем на основе BIM модели в Autodesk Revit MEP : учебное пособие для вузов /И.И. Суханова, С. В. Федоров, Ю. В. Столбихин, К. О. Суханов. — 3е изд., стер. — Санкт-Петербург : Лань, 2024. —148 с.



Зиганшин, А.М. Smart BIM в О и В. Информационное моделирование в отоплении и вентиляции = Smart BIM in HVAC. Information Modeling in Heating and Ventilation Systems: Учебно-методическое пособие для учебной и научной работы студентов направления «Строительство» (квалификация «магистр»). Изд. 2-е, перераб. и дополн. / А.М. Зиганшин, М.Г. Зиганшин. – Казань: Изд-во Казанск. гос. архитект.-строит. ун-та, 2019. – 349 с.



Кирколуп, Е. Р. Информационное моделирование объектов строительства [Электронное издание] : практикум / Е. Р. Кирколуп ; Алт. гос. техн. ун-т им. И. И. Ползунова.– Барнаул : Изд-во АлтГТУ, 2020. – Режим доступа : http://elbib.altstu.ru/uploads/open_mat/2020/Kirkolup_InfModObjStr_LP_ump.pdf



BIM Стандарт 2.0 Площадные объекты [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://infrabim.csd.ru/upload/news/bim-standart-ploshchadnye-obiekty.pdf>. – Дата доступа: 05.05.2025.

3 Раздел контроля знаний

#СтруктураЭУМК

3.1. ВОПРОСЫ ДЛЯ ПОДГОТОВКИ К ЗАЧЁТУ ПО ДИСЦИПЛИНЕ «BIM-ТЕХНОЛОГИИ В ПРОЕКТИРОВАНИИ СИСТЕМ ТЕПЛОГАЗОСНАБЖЕНИЯ И ВЕНТИЛЯЦИИ»

1. Объекты капитального строительства.
2. Этапы жизненного цикла объектов капитального строительства.
3. Понятие и определение информационного моделирования зданий и сооружений.
4. Требования к качеству информационной модели здания.
5. Модель зрелости BIM.
6. BIM-измерения.
7. Кривая BIM-проекта.
8. Уровни проработки BIM-модели (LOD/LOI).
9. План реализации BIM-проекта (BEP).
10. Информационные требования технического заказчика (EIR).
11. Валидация.
12. Программное обеспечение для BIM.
13. Нормирование в области BIM.
14. Преимущества и недостатки BIM-технологий.
15. Мировой и отечественный опыт внедрения BIM-технологий в строительную отрасль.
16. Тенденции развития BIM-технологий в мире.
17. Инфраструктура BIM в организации.
18. Структура BIM-отдела в организации.
19. Роли и обязанности BIM-специалистов в организации.
20. Координация проекта на различных стадиях информационного моделирования.
21. Основы системной интеграции и обмена данными в цифровом формате.
22. Способы организации совместной работы.
23. Организация совместной работы над проектом в зависимости от выбранного программного обеспечения.
24. IFC-формат для цифрового проектирования.
25. Концепция «Open BIM».
26. Концепция «Closed BIM».
27. Понятие среды общих данных (CDE) в BIM- процессах.
28. Особенности создания информационных моделей инженерных сетей теплогазоснабжения и вентиляции.
29. Библиотека семейств инженерного оборудования.
30. Понятие цифровой экосистемы проекта.
31. Совместное применение ИИ и BIM-технологий для оптимизации процессов создания информационной модели здания.
32. AR/VR в BIM.

4 Вспомогательный раздел

#СтруктураЭУМК

4.1 УЧЕБНАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ «ВІМ -ТЕХНОЛОГИИ В ПРОЕКТИРОВАНИИ СИСТЕМ ТЕПЛОГАЗОСНАБЖЕНИЯ И ВЕНТИЛЯЦИИ»

Учреждение образования
«Брестский государственный технический университет»

УТВЕРЖДАЮ

Ректор университета

_____ С.А. Касперович
_____ 20____

Регистрационный № УД-_____/уч.

«ВІМ-технологии в проектировании систем теплогазоснабжения и вентиляции»

Учебная программа учреждения высшего образования по учебной дисциплине
для специальности

7-07-0732-02 «Инженерные сети, оборудование зданий и сооружений»
профилизация – «Теплогазоснабжение, вентиляция и охрана воздушного бассейна»

Учебная программа составлена на основе образовательного стандарта высшего образования ОСВО 7-07-0732-02-2023 и учебного плана Учреждения образования «Брестский государственный технический университет» по специальности 7-07-0732-02 «Инженерные сети, оборудование зданий и сооружений» профилизация – «Теплогазоснабжение, вентиляция и охрана воздушного бассейна» (регистрационный номер № В-360-1-24/уч. от 23.04.2024)

СОСТАВИТЕЛИ:

Матюх С.А., старший преподаватель кафедры теплогазоснабжения и вентиляции, магистр технических наук;

Усс Н.В., ассистент кафедры теплогазоснабжения и вентиляции, магистр

РЕЦЕНЗЕНТЫ:

В.В.Солоснюк, руководитель группы ВІМ, ООО «Технологии управления проектами»;

В.В.Мороз, заведующий кафедрой природообустройства Учреждения образования «Брестский государственный технический университет», кандидат технических наук, доцент

РЕКОМЕНДОВАНА К УТВЕРЖДЕНИЮ:

Кафедрой теплогазоснабжения и вентиляции

Заведующий кафедрой

В.Г.Новосельцев

(протокол № _____ от _____ 20____);

Методической комиссией факультета инженерных систем и экологии

Председатель методической комиссии

В.Г.Новосельцев

(протокол № _____ от _____ 20____);

Научно-методическим советом БрГТУ (протокол № _____ от _____ 20____)

ПОЯСНИТЕЛЬНАЯ ЗАПИСКА

Место учебной дисциплины.

Учебная программа учреждения высшего образования «ВІМ-технологии в проектировании систем теплогазоснабжения и вентиляции» для специальности 7-07-0732-02 Инженерные сети, оборудование зданий и сооружений (Профилизация - Теплогазоснабжение, вентиляция и охрана воздушного бассейна) разработана в соответствии с требованиями образовательного стандарта ОСВО 7-07-0732-02-2023 и учебного плана учреждения образования.

Согласно Указу Президента Республики, Беларусь от 01.04.2025 №135 «О приоритетных направлениях научной, научно-технической и инновационной деятельности на 2026–2030 годы» первым приоритетным направлением научной, научно-технической и инновационной деятельности на 2026–2030 годы является «Цифровые технологии и искусственный интеллект», среди которых отмечаются «цифровые модели и двойники».

В инженерной отрасли примером применения информационных технологий, в первую очередь, является информационное моделирование зданий и сооружений (ВІМ-технологии). Так Приказом Министерства архитектуры и строительства Республики Беларусь от 16 марта 2018 г. № 70 «О внедрении технологии информационного моделирования» утвержден план внедрения технологий информационного моделирования в области промышленного и гражданского строительства.

Дисциплина «ВІМ-технологии в проектировании систем теплогазоснабжения и вентиляции» является инновационной, а ее изучение дает студентам знания, умения и навыки, необходимые для эффективного применения технологий информационного моделирования при выполнении курсовых и дипломных проектов, а также способствует освоению современных цифровых инструментов проектирования и повышает конкурентоспособность студентов на рынке труда.

Цели и задачи учебной дисциплины

Целью изучения дисциплины «ВІМ-технологии в проектировании систем теплогазоснабжения и вентиляции» является формирование у студентов мировоззрения и развитие системного мышления в направлении «цифровой экономики» по средствам изучения современных технологий информационного моделирования применительно к системам теплогазоснабжения и вентиляции, а также углубленных профессиональных знаний в области информационного моделирования зданий и сооружений, обеспечивающей повышение точности проектных решений и эффективности их реализации на всех этапах жизненного цикла объекта.

В результате изучения учебной дисциплины «ВІМ-технологии в проектировании систем теплогазоснабжения и вентиляции» формируются следующие **компетенции**:

УК-1. Применять методы научного познания в исследовательской деятельности, генерировать и реализовывать инновационные идеи;

СК-8. Применять нормы международного и национального законодательства в процессе создания и реализации объектов интеллектуальной собственности, в инновационной деятельности.

В результате усвоения учебной дисциплины «ВІМ-технологии в

проектировании систем теплогазоснабжения и вентиляции» студент должен:

знать:

- основные понятия и область применения технологии информационного моделирования (BIM);
- основные нормативные документы для формирования проектной документации;
- на базовом уровне программный комплекс Autodesk Revit;

уметь:

- выбирать и применять подходящее программное обеспечение для решения практических инженерных задач;
- создавать информационную модель здания;
- получать проектную документацию по готовой информационной модели здания;
- пользоваться навыками для создания и работы с графической базой данных;

владеть:

- информационными технологиями на пользовательском уровне;
- инструментами для формирования проектной документации;
- инструментами для визуализации проектных решений.
- инструментами для проектирование инженерных систем на основе BIM-модели;

Связь с другими учебными дисциплинами.

Дисциплина «BIM-технологии в проектировании систем теплогазоснабжения и вентиляции» входит в модуль «Научная деятельность» компонента учреждения высшего образования учебного плана специальности 7-07-0732-02 Инженерные сети, оборудование зданий и сооружений (Профилизация - Теплогазоснабжение, вентиляция и охрана воздушного бассейна). Для изучения данной учебной дисциплины необходимо усвоение дисциплины «Начертательная геометрия и инженерная графика» в объеме учебной программы дисциплины.

Дисциплина «BIM-технологии в проектировании систем теплогазоснабжения и вентиляции» является основой для успешного освоения дисциплин «Отопление» (5 и 6 семестры), «Теплоснабжение» (6 и 7 семестры), «Газоснабжение» (7 и 8 семестры) и «Кондиционирование воздуха» (7 и 8 семестры), выполнения курсовых и дипломных проектов, а также прохождения государственной итоговой аттестации.

**План учебной дисциплины «ВМ-технологии в проектировании систем
теплогазоснабжения и вентиляции» для дневной формы получения высшего
образования**

Код специальности (направления специальности)	Наименование специальности (направления специальности)	Курс	Семестр	Всего учебных часов	Количество зачетных единиц	Аудиторных часов (в соответствии с учебным планом УВО)					Академических часов на курсовой проект (работу)	Форма текущей аттестации
						Всего	Лекции	Лабораторные занятия	Практические занятия	Семинары		
7-07- 0732-02	Инженерные сети, оборудование зданий и сооружений Профилизация: «Теплогазоснабжение, вентиляция и охрана воздушного бассейна»	2	3	180	5	64	16	48	—	—	—	зачет
Всего:				180	5	64	16	48	—	—	—	

**План учебной дисциплины «ВМ-технологии в проектировании систем
теплогазоснабжения и вентиляции» для заочной формы получения высшего
образования**

Код специальности (направления специальности)	Наименование специальности (направления специальности)	Курс	Семестр	Всего учебных часов	Количество зачетных единиц	Аудиторных часов (в соответствии с учебным планом УВО)					Академических часов на курсовой проект (работу)	Форма текущей аттестации
						Всего	Лекции	Лабораторные занятия	Практические занятия	Семинары		
7-07- 0732-02	Инженерные сети, оборудование зданий и сооружений Профилизация: «Теплогазоснабжение, вентиляция и охрана воздушного бассейна»	2	3	180	5	12	2	10	—	—	—	зачет
Всего:				180	5	12	2	10	—	—	—	

План учебной дисциплины «ВІМ-технологии в проектировании систем теплогазоснабжения и вентиляции» для заочной формы получения высшего образования, интегрированного со средним специальным образованием

Код специальности (направления специальности)	Наименование специальности (направления специальности)	Курс	Семестр	Всего учебных часов	Количество зачетных единиц	Аудиторных часов (в соответствии с учебным планом УВО)					Академических часов на курсовой проект (работу)	Форма текущей аттестации
						Всего	Лекции	Лабораторные занятия	Практические занятия	Семинары		
7-07- 0732-02	Инженерные сети, оборудование зданий и сооружений Профилизация: «Теплогазоснабжение, вентиляция и охрана воздушного бассейна»	2	3	180	5	12	2	10	—	—	—	зачет
Всего:				180	5	12	2	10	—	—	—	

1. СОДЕРЖАНИЕ УЧЕБНОГО МАТЕРИАЛА

Дисциплина «BIM-технологии в проектировании систем теплогазоснабжения и вентиляции» содержит следующие темы:

Тема 1. BIM-технологии.

Понятие и определение информационного моделирования зданий и сооружений. Требования к качеству информационной модели здания. Модель зрелости BIM. BIM-измерения. Кривая BIM-проекта. Уровни проработки BIM-модели (LOD/LOI). Программное обеспечение для BIM. План выполнения BIM-проекта (BEP). Информационные требования технического заказчика (EIR). Валидация. Нормирование в области BIM. Преимущества и недостатки BIM. Мировой и отечественный опыт внедрения BIM-технологий в строительную отрасль. Тенденции развития BIM-технологий в мире.

Тема 2. Autodesk Revit: основные понятия и определения, интерфейс.

Основные понятия и определения, используемые в программе Autodesk Revit (Шаблоны. Семейства. Параметры проекта). Интерфейс Autodesk Revit (Стартовый экран. Диспетчер видов. Виды модели. Лента. Панель быстрого доступа. Переопределение графики. Палитра свойств. Инструменты навигации. Управление видовыми окнами. Панель навигации и видовой куб. Выделение объектов). Обзор автоматизации в Autodesk Revit (Плагины. Визуальное программирование).

Тема 3. Базовые элементы проектирования в Autodesk Revit.

Создание нового проекта на основе шаблона. Уровни. Оси. Связь с файлом DWG/PDF (подготовка и загрузка подложки). Оси по линиям подложки. Доработка осей и уровней. Инструменты построения стен. Расположение стен. Создание типов стен. Создание перекрытий. Инструменты редактирования. Вставка дверей. Вставка окон. Создание лестницы, ограждения и пандуса. Создание крыши.

Тема 4. Создание пользовательского семейства в Autodesk Revit.

Типы семейств (системные и загружаемые). Редактор семейств. Опорные плоскости. Шаблоны. Твердотельное параметрическое моделирование. Информационное наполнение семейств. Параметры типа и экземпляра. Библиотеки семейств. Загрузка семейств в проект. Деление семейств на уровни и размещение по рабочим наборам.

Тема 5. Создание проектной документации в Autodesk Revit.

Создание видов (Планы этажей, разрезы, фасады, 3D-виды). Группировка видов в диспетчере проекта. Создание и настройка листа. Размещение аннотации и элементов узлов. Копирование аннотаций. Визуальные стили и шаблоны. Размещение видов на листе. Создание и настройка таблиц для свободного заполнения. Группировка листов в диспетчере проекта. Экспорт чертежей в PDF и DWG. Создание спецификаций по элементам из модели (окна, двери и др.). Группировка спецификаций в диспетчере проекта. Экспликация помещений. Спецификация пространств. Спецификация отверстий. Печать проектной документации. Параметры печати.

Тема 6. Основы визуализации проекта в Autodesk Revit.

Фрагменты плана. Секущий диапазон. Переопределение видимости вида. Настройка графики вида. Настройка графики проекта. Цветовая схема помещений. Узлы. Экстерьер. Камера и виды. Настройка освещения. Привязка здания к топографической поверхности. Добавление в проект элементов антуража (деревья и растения, люди, транспортные средства и др.). Съемка проекта.

Тема 7. Проектирование инженерных систем на основе BIM-модели.

Особенности создания информационных моделей инженерных сетей теплогазоснабжения и вентиляции. Библиотека семейств инженерного оборудования. Расстановка пространств на основе помещений AP. Размещение сантехнического оборудования. Расстановка отопительных приборов, арматуры и соединение их трубами. Расстановка воздухораспределителей, моделирование сети вытяжных воздуховодов, расстановка арматуры. Настройка системных семейств воздуховодов и труб, настройка их размеров и трассировки. Расстановка технологических отверстий в стенах и перекрытиях. Проверка на наличие коллизий между всеми элементами разделов ОВ и AP. Посистемное создание планов. Посистемное создание изометрических чертежей. Расчетные решения для проектирования систем теплогазоснабжения и вентиляции.

Тема 8. Организация и контроль BIM-процессов внутри организации (координация проекта).

Инфраструктура BIM в организации. Структура BIM-отдела. Роли и обязанности BIM-специалистов. Координация проекта.

Тема 9. Организация совместной работы при проектировании объекта капитального строительства применительно к BIM-технологии.

Способы организации совместной работы (Применение различного ПО для организации совместной работы. IFC-формат. Концепция «Open BIM» и «Closed BIM». Среда общих данных (CDE)). Основы системной интеграции и обмена данными в цифровом формате. Совместная работа в Autodesk Revit (Сохранение и синхронизация файлов. Файл-Хранилище. Рабочие наборы. Заемщики. Сервера.) Сводная модель и проверки на наличие коллизий.

Тема 10. Создание единой цифровой экосистемы проекта на основе технологий информационного моделирования, искусственного интеллекта и виртуальной реальности.

Понятие цифровой экосистемы проекта. Совместное применение ИИ и BIM-технологий для оптимизации процессов создания информационной модели здания. AR/VR в BIM.

2. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКАЯ КАРТА УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ
«BIM-ТЕХНОЛОГИИ В ПРОЕКТИРОВАНИИ СИСТЕМ ТЕПЛОГАЗОСНАБЖЕНИЯ
И ВЕНТИЛЯЦИИ»
 для дневной формы получения высшего образования

Номер раздела, темы	Название раздела, темы	Количество аудиторных часов				Количество часов самост. работы	Форма контроля знаний
		Лекции	Лабораторные занятия	Практические занятия	Семинарские занятия		
1	2	3	4	5	6	7	8
	3 семестр						зачет
1	BIM-технологии	8		–	–	2	опрос (реферат)
2	Autodesk Revit: основные понятия и определения, интерфейс		4	–	–	2	опрос
3	Базовые элементы проектирования в Autodesk Revit		14	–	–	34	КГР
4	Создание пользовательского семейства в Autodesk Revit		4	–	–	10	КГР
5	Создание проектной документации в Autodesk Revit.		4	–	–	12	КГР
6	Основы визуализации проекта в Autodesk Revit.		6	–	–	10	КГР
7	Проектирование инженерных систем на основе BIM-модели.		14	–	–	34	КГР
8	Организация и контроль BIM-процессов внутри организации (координация проекта).	2	–	–	–	4	опрос (реферат)
9	Организация совместной работы при проектировании объекта капитального строительства применительно к BIM-технологии.	4	2	–	–	6	опрос (реферат)
10	Создание единой цифровой экосистемы проекта на основе технологий информационного моделирования, искусственного интеллекта и виртуальной реальности	2	–	–	–	2	опрос (реферат)
Всего		16	48		–	116	180

2.1. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКАЯ КАРТА УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ
«BIM-ТЕХНОЛОГИИ В ПРОЕКТИРОВАНИИ СИСТЕМ ТЕПЛОГАЗОСНАБЖЕНИЯ
И ВЕНТИЛЯЦИИ»
 для заочной формы получения высшего образования

Номер раздела, темы	Название раздела, темы	Количество аудиторных часов				Количество часов самост. работы	Форма контроля знаний
		Лекции	Лабораторные занятия	Практические занятия	Семинарские занятия		
1	2	3	4	5	6	7	8
	3 семестр						зачет
1	BIM-технологии	2		–	–	6	опрос (реферат)
2	Autodesk Revit: основные понятия и определения, интерфейс		2	–	–	4	опрос
3	Базовые элементы проектирования в Autodesk Revit		6	–	–	40	КГР
4	Создание пользовательского семейства в Autodesk Revit			–	–	20	опрос (реферат)
5	Создание проектной документации в Autodesk Revit.		2	–	–	20	КГР
6	Основы визуализации проекта в Autodesk Revit.			–	–	16	опрос (реферат)
7	Проектирование инженерных систем на основе BIM-модели.			–	–	40	опрос (реферат)
8	Организация и контроль BIM-процессов внутри организации (координация проекта).			–	–	8	опрос (реферат)
9	Организация совместной работы при проектировании объекта капитального строительства применительно к BIM-технологии.			–	–	10	опрос (реферат)
10	Создание единой цифровой экосистемы проекта на основе технологий информационного моделирования, искусственного интеллекта и виртуальной реальности			–	–	4	опрос (реферат)
Всего		2	10	–	–	168	180

**2.2. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКАЯ КАРТА УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ
«BIM-ТЕХНОЛОГИИ В ПРОЕКТИРОВАНИИ СИСТЕМ ТЕПЛОГАЗОСНАБЖЕНИЯ
И ВЕНТИЛЯЦИИ»**

для заочной формы получения высшего образования, интегрированного со средним
специальным образованием

Номер раздела, темы	Название раздела, темы	Количество аудиторных часов				Количество о часов самост. работы	Форма контроля знаний
		Лекции	Лабораторные занятия	Практические занятия	Семинарские занятия		
1	2	3	4	5	6	7	8
	3 семестр						зачет
1	BIM-технологии	2		–	–	6	опрос (реферат)
2	Autodesk Revit: основные понятия и определения, интерфейс		2	–	–	4	опрос
3	Базовые элементы проектирования в Autodesk Revit		6	–	–	40	КГР
4	Создание пользовательского семейства в Autodesk Revit			–	–	20	опрос (реферат)
5	Создание проектной документации в Autodesk Revit.		2	–	–	20	КГР
6	Основы визуализации проекта в Autodesk Revit.			–	–	16	опрос (реферат)
7	Проектирование инженерных систем на основе BIM-модели.			–	–	40	опрос (реферат)
8	Организация и контроль BIM-процессов внутри организации (координация проекта).			–	–	8	опрос (реферат)
9	Организация совместной работы при проектировании объекта капитального строительства применительно к BIM-технологии.			–	–	10	опрос (реферат)
10	Создание единой цифровой экосистемы проекта на основе технологий информационного моделирования, искусственного интеллекта и виртуальной реальности			–	–	4	опрос (реферат)
Всего		2	10	–	–	168	180

3. ИНФОРМАЦИОННО-МЕТОДИЧЕСКАЯ ЧАСТЬ

3.1. Перечень литературы

Основная

1. Талапов, В. В. Основы BIM: введение в информационное моделирование зданий / В. В. Талапов. – М.: ДМК Пресс, 2011. – 392 с.
2. Талапов, В. В. Технология BIM. Суть и особенности внедрения информационного моделирования зданий / В. В. Талапов. – М.: ДМК Пресс, 2015. – 412 с.
3. Суханова, И. И. Проектирование инженерных систем на основе BIM-модели в Autodesk Revit MEP : учебное пособие для вузов/ И. И. Суханова, С. В. Федоров, Ю. В. Столбихин, К. О. Суханов. – 3-е изд., стер. – Санкт-Петербург: Лань, 2024. – 148 с.
4. Уласевич, З. Н. Инженерная графика : практикум : учебное пособие / З. Н. Уласевич, В. П. Уласевич, Д. В. Омесь. – 2-е изд., перераб. – Минск : Вышэйшая школа, 2020 – 206 с.
5. Государственные стандарты Единой системы конструкторской документации (ЕСКД).
6. Государственные стандарты Системы проектной документации для строительства (СПДС).

Дополнительная

7. BIM-моделирование в задачах строительства и архитектуры: материалы Всероссийской научно-практической конференции; СПбГАСУ. – СПб., 2018. – 239 с.
8. BIM-моделирование в задачах строительства и архитектуры : материалы II Международной научно-практической конференции. – Санкт-Петербургский государственный архитектурно-строительный университет. – Санкт-Петербург : СПбГАСУ, 2019. – 274 с. DOI: <https://doi.org/10.23968/BIMAC.2019>.
9. BIM-моделирование в задачах строительства и архитектуры : материалы III Международной научно-практической конференции. – Санкт-Петербургский государственный архитектурно-строительный университет. – Санкт-Петербург : СПбГАСУ, 2020. – 446 с. DOI: <https://doi.org/10.23968/BIMAC.2020>.
10. BIM-моделирование в задачах строительства и архитектуры : материалы IV Международной научно-практической конференции ; под общ. ред. А. А. Семенова. – Санкт-Петербургский государственный архитектурно-строительный университет. – Санкт-Петербург : СПбГАСУ, 2021. – 552 с. DOI: <https://doi.org/10.23968/BIMAC.2021>.
11. BIM-моделирование в задачах строительства и архитектуры : материалы IV Международной научно-практической конференции ; под общ. ред. А. А. Семенова. – Санкт-Петербургский государственный архитектурно-строительный университет. – Санкт-Петербург : СПбГАСУ, 2022. – 276 с. DOI: <https://doi.org/10.23968/BIMAC.2022>.
12. Информационное моделирование в задачах строительства и архитектуры : материалы VII Международной научно-практической конференции / под общ. ред. А. А. Семенова. – Санкт-Петербургский государственный архитектурно-строительный университет. – Санкт-Петербург : СПбГАСУ, 2024. – 381 с. DOI: [10.23968/BIMAC.2024](https://doi.org/10.23968/BIMAC.2024)
13. Шалобыта, Н. Н. Мировой и отечественный опыт нормирования в области информационного моделирования зданий и сооружений / Н. Н. Шалобыта, о.

А. Акулова, Е. Н. Шалобыта. – // Вестник Брестского государственного технического университета. – 2022. – № 1. – С. 53–61. DOI: <https://doi.org/10.36773/1818-1112-2022-127-1-53-61>.

14. Короев, Ю. И. Черчение для строителей / Ю. И. Короев. М.: Академия, 2001. – 257 с.

15. BIM-стандарт. Площадные объекты. Версия 2.0 от Autodesk

3.2. Примерный перечень тем лабораторных занятий

На лабораторных занятиях рассматриваются вопросы, связанные с технологией создания информационных моделей в программном комплексе Autodesk Revit.

Примерный перечень тем лабораторных занятий:

1. Autodesk Revit: основные понятия и определения, интерфейс – 4 часа;
2. Базовые элементы проектирования в Autodesk Revit – 14 часов;
3. Создание пользовательского семейства в Autodesk Revit – 4 часа;
4. Создание проектной документации в Autodesk Revit – 4 часа.
5. Визуализация проекта в Autodesk Revit – 4 часа.
6. Проектирование инженерных систем на основе BIM-модели – 14 часов.
7. Организация совместной работы при проектировании объекта капитального строительства применительно к BIM-технологии – 2 часа.
8. Презентация проекта – 2 часа.

В процессе изучения дисциплины студент должен выполнить комплексную графическую работу следующего содержания:

«В соответствии с индивидуальным заданием в программном комплексе Autodesk Revit выполнить информационную модель здания, сформировать чертежную документацию (планы этажей, фасады, необходимые разрезы, планы вентиляции или отопления, соответствующего этажа, спецификации), выполнить визуализацию проекта».

Отчет о выполнении комплексной графической работы должен быть представлен в следующем виде: обязательный компонент – альбом графических работ; на выбор (по согласованию с преподавателем): реферат, презентация или видеодемонстрация проекта.

Для выполнения комплексной графической работы могут применяться и другие программные комплексы, предназначенные для информационного моделирования, например, Renga, Navisworks Manage и другие.

3.3. Перечень компьютерных программ, наглядных и других пособий, методических указаний и материалов, технических средств обучения, оборудования для выполнения лабораторных работ

Реализация учебной дисциплины требует наличия учебного кабинета, оборудованного рабочими местами по количеству обучающихся, рабочим местом преподавателя, необходимыми презентационными материалами.

При проведении лекционных и лабораторных занятий преподавателем используется компьютер с установленным лицензионным программным обеспечением и мультимедийный проектор.

Лабораторные занятия проводятся в компьютерном классе, оборудованном персональными компьютерами с установленным лицензионным программным

обеспечением, а также возможностью доступа к локальной компьютерной сети университета.

Для выполнения комплексной графической работы могут применяться различные программные комплексы, предназначенные для информационного моделирования, например, Autodesk Revit, Renga, Navisworks Manage и другие.

Рекомендуемые видеоуроки:

1. Vysotskiy consulting / Курс «Быстрый старт в Revit» [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://bim.vc/edu/courses/bystryy-start-v-revit/>. – Дата доступа: 02.04.2025.

2. Меркулов, А. / Revit: BIM моделирование для новичков [Электронный ресурс]. – Режим доступа: https://r.autocad-specialist.ru/revit-free?utm_source=site&utm_medium=katalog&roistat_visit=10263343. – Дата доступа: 02.04.2025.

3. Vysotskiy consulting / Autodesk Revit Архитектура [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://bim.vc/edu/courses/autodesk-revit-arkhitektura-prodvinutyu-uroven/>. – Дата доступа: 02.04.2025.

4. Vysotskiy consulting / Autodesk Revit Семейства [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://bim.vc/edu/courses/autodesk-revit-semeystva-prodvinutyu-uroven/>. – Дата доступа: 02.04.2025.

5. Vysotskiy consulting / Renga Архитектура: базовый уровень [Электронный ресурс]. – Режим доступа: https://bim.vc/edu/courses/renga_arch_basic/. – Дата доступа: 02.04.2025.

6. Методичка — Блог Вадима Муратова [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://muratovbim.pro/manual/#terminy>. – Дата доступа: 02.04.2025.

7. Vysotskiy consulting / Видеокурс «BIM-менеджер: администрирование и совместная работа» [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://bim.vc/edu/courses/bim-menedzher-administrirovanie-i-sovmestnaya-rabota/>. – Дата доступа: 02.04.2025.

8. BIM Курс Renga Архитектура (базовый) [Электронный ресурс]. – Режим доступа: https://www.youtube.com/playlist?list=PLSQK06K_-c_Lxydh1KceDzNXwmHYxMdRC. – Дата доступа: 02.04.2025.

3.4. Используемые средства диагностики результатов учебной деятельности

Формой итогового контроля знаний по дисциплине является зачет.

К зачету допускаются студенты, выполнившие и защитившие комплексную графическую работу, предусмотренную настоящей учебной программой.

Оценка уровня знаний студента на зачете производится отметками «зачтено», «не зачтено».

Положительной является отметка «зачтено», отметка «не зачтено» является неудовлетворительной.

Для диагностики результатов учебной деятельности используются следующие инструменты:

- собеседование и защита выполненной комплексной графической работы;
- проведение текущих контрольных опросов и текущих контрольных работ по отдельным темам;
- выступление студентов с докладом на конференции по подготовленной

научной теме;

- отчеты о научно-исследовательской работе;
- публикации статей, докладов;
- внедрение результатов научно-исследовательской работы в учебный процесс и производство;
- электронные тесты;
- промежуточный контроль знаний;
- зачет.

В соответствии с Положением «О текущей аттестации студентов БрГТУ» № 5/1 от 08.02.2024 в течении семестра проводится одна текущая аттестация обучающихся в целях периодического контроля и оценки результатов их учебной деятельности. Форма текущей аттестации – реферат.

3.5. Примерный перечень вопросов для подготовки к зачету

1. Объекты капитального строительства.
2. Этапы жизненного цикла объектов капитального строительства.
3. Понятие и определение информационного моделирования зданий и сооружений.
4. Требования к качеству информационной модели здания.
5. Модель зрелости BIM.
6. BIM-измерения.
7. Кривая BIM-проекта.
8. Уровни проработки BIM-модели (LOD/LOI).
9. План выполнения BIM-проекта (BEP).
10. Информационные требования технического заказчика (EIR).
11. Валидация
12. Программное обеспечение для BIM.
13. Нормирование в области BIM.
14. Преимущества и недостатки BIM-технологий.
15. Мировой и отечественный опыт внедрения BIM-технологий в строительную отрасль.
16. Тенденции развития BIM-технологий в мире.
17. Инфраструктура BIM в организации.
18. Структура BIM-отдела в организации.
19. Роль BIM-специалиста в организации.
20. Координация проекта на различных стадиях информационного моделирования.
21. Основы системной интеграции и обмена данными в цифровом формате.
22. Способы организации совместной работы.
23. Организация совместной работы над проектом в зависимости от выбранного программного обеспечения.
24. IFC-формат для цифрового проектирования.
25. Концепция «Open BIM».
26. Концепция «Closed BIM».
27. Понятие среды общих данных (CDE) в BIM- процессах.
28. Особенности создания информационных моделей инженерных сетей теплогазоснабжения и вентиляции.
29. Библиотека семейств инженерного оборудования.

30. Понятие цифровой экосистемы проекта.
31. Совместное применение ИИ и BIM-технологий для оптимизации процессов создания информационной модели здания.
32. AR/VR в BIM.

3.6. Методические рекомендации по организации и выполнению самостоятельной работы обучающихся по учебной дисциплине

Самостоятельная работа – вид учебной деятельности студентов в процессе освоения образовательных программ высшего образования, осуществляемой самостоятельно вне аудитории с использованием различных средств обучения и источников информации.

Цель самостоятельной работы:

- активизация учебно-познавательной деятельности студентов;
- формирование у студентов умений и навыков самостоятельного приобретения и обобщения знаний;
- формирование у студентов умений и навыков самостоятельного применения знаний на практике;
- саморазвитие и самосовершенствование.

Научно-методическое обеспечение самостоятельной работы по дисциплине «BIM-технологии в проектировании систем теплогазоснабжения и вентиляции» включает:

- содержание комплексной графической работы (п. 3.2);
- учебно-методическую литературу (п. 3.1);
- видеоуроки по выполнению комплексной графической работы по дисциплине (п. 3.3.);
- свободный доступ каждого студента к библиотечным фондам, электронным средствам обучения, электронным информационным ресурсам.

Приведенное в таблицах время, отведенное на самостоятельную работу, студенты используют на:

- проработку тем (вопросов), вынесенных на самостоятельное изучение;
- выполнение комплексной графической работы по дисциплине;
- выполнение исследовательских работ;
- подготовку тематических докладов и презентаций;
- выполнение лабораторных заданий.

Примерный перечень вопросов, вынесенных на самостоятельное изучение, с указанием рекомендуемой литературы и видеоуроков:

- Программное обеспечение для BIM (п. 3.1 [1, 2, 7–12], п. 3.3, видеоуроки [1, 2, 5, 8]).
- Мировой и отечественный опыт внедрения BIM-технологий в строительную отрасль. (п. 3.1 [1, 2, 7–12]);
- Добавление лестниц и ограждений в Autodesk Revit (п. 3.3, видеоуроки [1-3, 5, 8]);
- Моделирование систем теплогазоснабжения и вентиляции (п. 3.3, видеоуроки [3, 6]);
- Твёрдотельное моделирование в Autodesk Revit (п. 3.3, видеоурок [4]);
- Визуальные стили и шаблоны в Autodesk Revit (п. 3.3, видеоуроки [1–3]).
- Организация совместной работы при проектировании объекта капитального строительства применительно к BIM-технологии (п. 3.3, видеоурок [7]).