



Erasmus+

This project is funded by the European Union.

**Modernization of the
Curricula in sphere of smart
building engineering - Green
Building (GREB)**

Smart BIM в отоплении и вентиляции

Информационное моделирование в системах отопления и вентиляции



Smart BIM in HVAC

Information modeling in Heating and Ventilation Systems



Smart BIM в отоплении и вентиляции

Информационное моделирование в системах отопления и вентиляции



Kazan - 2018

The publication is made on the basis of materials of the international project «Modernization of the Curricula in sphere of smart building engineering - Green Building (GREB)» 574049-EPP-1-2016-1-IT-EPPKA2-CBHE-JP and in the framework of the Erasmus+ program.

The following is described within: a Building information modeling (BIM) basics and its application in heating and ventilation systems of smart homes.

Course outcomes:

On successful completion of this module, the student should Identify, formulate, model, and design components of smart-engineering systems and building information modeling processes with using of AIS/CAD information technologies (BIM - Autodesk Revit MEP; AutoCAD Civil 3D; nanoCAD Plus, nanoCAD BIM, MIDAS Civil, or their analogues)

This project has been funded with support from the European Commission.

This publication reflects the views only of the authors, and the Commission cannot be held responsible for any use which may be made of the information contained therein.

Authors: A. Ziganshin, M. Ziganshin

© Kazan State University of Architecture and Engineering

Kazan 2018

Оглавление

Введение.....	7
1. Основные термины и идеи BIM.....	10
Термины BIM.....	21
BIM в России	22
Законодательное регулирование BIM в России.....	24
Уровни «зрелости» BIM	29
n - Мерность BIM	30
Основные концепции BIM. Autodesk® REVIT® MEP.....	31
Параметрическое моделирование.....	31
Концепция единой модели.....	32
Дополнительные программы	32
Green Building Studio ®.....	33
Solibri Model Checker®.....	33
Autodesk Navisworks	34
Базовое направление: Обоснование инвестиций.....	42
Базовое направление: Проектирование	43
Базовое направление: Строительство.....	49
Базовое направление: Эксплуатация.....	63
2. Системы отопления и вентиляции в “умных домах”.....	70
Способы увеличения эффективности работы систем	72
Снижение нагрузок на отопление и охлаждение.....	72
Точное определение типоразмеров оборудования.....	72
Последовательность работы систем.....	74
Эксплуатация.....	74
Вытесняющая вентиляция.....	75

Управление ОВиКВ	75
Примеры умных технологий в системах ОВК	80
3. Работа в Autodesk® Revit® MEP.....	82
Элементы пользовательского интерфейса.....	82
1 - Вкладка «Файл»	83
2 - Панель "Быстрый доступ"	83
3 - Инфоцентр	84
4 - Панель параметров	84
5 и 6 - Палитра свойств.....	84
7 - Диспетчер проекта	88
8 - Строка состояния	93
9 - Панель управления видом.....	93
10 - Область рисования.....	94
11 - Лента	97
Диспетчер инженерных систем	99
«Горячие» клавиши.....	102
Работа с видами	105
Текущий диапазон.....	105
Создание фрагмента плана	111
Вид в разрезе.....	112
Свойства разреза	113
Создание вида разреза	113
Временное скрытие или изоляция элементов и категорий элементов	114
MEP-моделирование	115
Общие сведения.....	115

Настройки проекта MEP. Алгоритм настройки нового проекта.....	116
Создание проекта из меню приложения.....	117
Связывание одной модели с другой.....	118
Импорт изображений.....	119
Добавление уровней.....	120
Копирование/Мониторинг.....	121
Копирование приборов MEP.....	123
Копирование уровней для мониторинга.....	125
Географическое положение и ориентация проекта.....	129
Задание географического местоположения.....	129
Условный и истинный север.....	134
Ориентация вида по истинному северу.....	136
Поворот северного (условного) положения для проекта.....	137
Создание проекта MEP.....	139
Создание вида в плане.....	139
Координационные оси проекта (сетки).....	140
Добавление сеток.....	140
Изменение типа сетки.....	141
Изменение маркировки осей.....	141
Смещение марки оси относительно линии оси.....	142
Отображение и скрытие марок осей сетки.....	143
Размещение пространств и создание зон.....	144
Назначение связанной модели функции границ помещений.....	147
Определение свойств наружных стен.....	147
Размещение пространств.....	149
Свойства пространств для энергетического анализа.....	154

Создание зоны	155
Свойства зоны.....	156
Установка расчетов объемов и площадей	156
Расчет отопительных и холодильных нагрузок	157
Определение энергопотребления моделируемого здания.	157
Рассмотрение объемов аналитической модели.....	160
Рассмотрение аналитических поверхностей	161
Задание параметров отопления и охлаждения для пространств.....	162
Задание параметров отопления и охлаждения для зон. Расчет отопительной и холодильной нагрузки	164
Анализ результатов расчета нагрузок.....	165
4. Создание MEP-систем.....	167
Общие принципы	167
Изменение, создание новых типов трубопроводов/воздуховодов.....	169
Рисование трубопроводов	171
Типовые (проектные) трубы	171
Трубопровод по осевой.....	171
Инструменты размещения труб.....	172
Параметры выравнивания	173
Панель параметров для труб	173
Рисование трубы на виде в плане.....	174
Рисование горизонтального трубопровода.....	174
Рисование вертикальных трубопроводов	175
Рисование наклонных труб	177
Применение уклона при рисовании трубы.....	178
Использование элементов управления трубой для применения уклона к трубе, первоначально не имеющей уклона.....	179

Использование элементов управления трубой для корректировки существующей трубы с уклоном.....	180
Присоединение к существующей трубе с другой отметкой.....	180
Гибкая труба	181
Добавление заглушки	182
Размещение арматуры трубопровода.....	183
Рисование воздухопроводов.....	183
Панель параметров для воздухопроводов	183
Инструменты размещения воздухопроводов	184
Параметры выравнивания	185
Рисование воздуховода на виде в плане	185
Рисование воздуховода на виде фасада или разреза	188
Определение обозначений подъема/опуска для системы воздухопроводов	188
Подсоединение воздуховода к существующей системе	189
Работа с элементами управления воздухопроводами.....	190
Гибкие воздухопроводы	193
Присоединение гибких воздухопроводов к существующей системе воздухопроводов.....	193
Элементы управления на гибких воздухопроводах.....	194
Размещение воздухораспределителей	197
Преобразование жестких воздухопроводов в гибкие.....	200
Фитинги воздухопроводов	201
Изменение углов фитингов	205
Размещение арматуры воздухопроводов.....	206
Размещение механического оборудования	207
Указание метода определения потерь давления	208

Задание метода определения потерь для экземпляра соединительной детали или арматуры.....	208
Указание метода определения потерь для типоразмеров соединительных деталей трубопроводов.....	210
Размещение санитарно-технических приборов	211
Создание систем воздуховодов.....	212
Создание приточных, рециркуляционных и вытяжных систем воздуховодов.....	213
Способы расчета и задания размеров воздуховодов	216
Определение размера воздуховода.....	216
Способы определения размеров воздуховодов.....	217
5. Пример создания систем отопления и вентиляции.....	223
Система вентиляции	223
Система отопления.....	230
Заключение	239
Контрольные вопросы и задания.....	241
Контрольные вопросы	241
Задания	242
Глоссарий (словарь с комментариями).....	245
Список использованной литературы.....	249

Введение

Сейчас мы пребываем в начальной стадии цифровизации экономики РФ. Вместе с тем, рассчитанная на долгосрочную перспективу президентская программа «Цифровая экономика», имеет целью создание ее основ в самое ближайшее время. Одним из основных направлений этой программы является «цифровое строительство». Применение цифрового моделирования как основы инновационного развития строительной отрасли позволит заказчикам, изыскателям, архитекторам, конструкторам, инженерам, строителям и эксплуатационникам работать единой командой, что должно обеспечить рост эффективности всех этапов жизненного цикла зданий с оптимизацией их стоимости, минимизацией рисков и расходов на развитие бизнеса.

Государственная поддержка технологий информационного моделирования в строительстве (BIM-технологий) в России началась с марта 2014 г. Ее наиболее существенной мерой является перевод в 2019-2024 г.г. проектирования объектов госзаказа на обязательное использование BIM-технологий. Поэтому понятие информационной модели и информационных технологий перестает быть только специальным термином программистов. Оно должно прочно войти в обиход специалистов по проектированию, строительству и эксплуатации зданий, в том числе – еще обучающихся и только входящих в соответствующие области профессиональных компетенций. Информационные модели зданий BIM (Building Information Model) и их инженерных систем сейчас наиболее активно используются в сферах проектирования и строительства. На очереди и массовое вхождение BIM в сферу ЖКХ (дополнительно с уровнем распространения BIM в РФ по состоянию на прошедший год можно ознакомиться по отчету [ООО «КОНКУРАТОР»](#), 2018 г., материал доступен по гиперссылке). Поэтому проектные институты и отдельные фирмы в качестве входных умений ожидают от выпускников ВУЗов минимальные навыки владения программными продуктами и работы с элементами BIM.

В главе 1 данного пособия представлены основные понятия и термины информационного моделирования в зданиях, принципы законодательного регулирования BIM в России (дополнительно ознакомиться с основными проблемами распространения BIM в России можно по отчету [НИУ МГСУ и ООО «КОНКУРАТОР»](#), 2016 г., материал доступен по гиперссылке). Кратко рассмотрены основные концепции BIM, его основное программное обеспечение – Autodesk® Revit, MEP (Mechanical, Electrical, and Plumbing) и др., некоторые дополнительные программы, даны понятия о параметрическом моделировании и концепции одной модели. Рассмотрены требования нормативов РФ (в соответствии с ГОСТ и СП, принятыми на момент написания данного пособия) к информационным моделям на стадиях жизненного цикла по базовым направлениям «Обоснование инвестиций», «Проектирование», «Строительство», «Эксплуатация».

Использование BIM, конечно же, не должно ограничиваться функционалом «рисования», хотя уже этот уровень позволяет существенно снизить общие издержки при строительстве сложных объектов – дорогого стоят возможности совместной работы при проектировании и возведении объекта специалистов разных разделов (по конструкциям, отоплению и вентиляции, водоснабжению и канализации, электрике и автоматике), с оперативным разрешением пространственных и временных пересечений, других коллизий, и отслеживанием изменений во всех разделах. Вообще инструменты цифрового моделирования в строительстве позволяют именно моделировать варианты применения различных инновационных технологий и мероприятий, с расчетом их экологического, энерго- и ресурсосберегающего эффекта. Подобным направлением в BIM является создание «умных домов» – максимальное использование автоматизации и диспетчеризации управления инженерными системами здания с целью снижения потребления энергии и ресурсов не только без уменьшения, но, обычно, с увеличением комфорта находящегося в нем человека. В главе 2 пособия даны концепции «умного дома» в приложении к системам отопления и вентиляции. Рассмотрены особенности систем отопления

и вентиляции в “умных домах”, способы увеличения эффективности работы и снижения нагрузок на отопление и охлаждение, управления работой систем ОВиКВ, приведены примеры «умных» технологий.

В главе 3 пособия разобраны основные элементы работы в Revit MEP – пользовательский интерфейс, диспетчер инженерных систем, работа с видами. Даны общие сведения о MEP-моделировании, рассмотрены способы настройки и создания проекта MEP, размещения пространств и создания зон, расчета отопительных и холодильных нагрузок.

В главе 4 пособия рассмотрены общие принципы, а также конкретные вопросы создания MEP-систем – изменение, создание новых типов трубопроводов/воздуховодов, рисование трубопроводов/воздуховодов, создание приточных, рециркуляционных и вытяжных систем воздуховодов.

В главе 5 пособия приведен короткий пример создания элементов систем отопления и вентиляции.

Часть разделов главы 1 и общее редактирование выполнены М.Г. Зиганшиным, остальные разделы главы 1, а также главы 2, 3, 4, 5 написаны А.М. Зиганшиным. Авторы надеются, что представленные материалы пособия покажутся интересными широкому кругу специалистов по проектированию, возведению и эксплуатации зданий, и будут полезны в учебном процессе для приобретения компетенций обучающимися по соответствующим специальностям.

1. ОСНОВНЫЕ ТЕРМИНЫ И ИДЕИ BIM

BIM (Building Information Modeling или Building Information Model) — информационное моделирование здания или информационная модель здания. Информационное моделирование здания — это подход к возведению, оснащению, обеспечению эксплуатации и ремонту здания (к управлению жизненным циклом объекта), который предполагает сбор и комплексную обработку в процессе проектирования всей архитектурно-конструкторской, технологической, экономической и иной информации о здании со всеми её взаимосвязями и зависимостями, когда здание и всё, что имеет к нему отношение, рассматриваются как единый объект [1].

BIM - это общий ресурс знаний для информации об объекте, формирующем надежную основу для принятия решений в течение всего его жизненного цикла: определяемого как существование с самого ранней концепции, далее через проектирование и строительство, эксплуатацию и до его сноса [2].

Наиболее краткое определение от Jerry Laiserin («отца» BIM): 3D object-oriented AEC-specific CAD – трехмерно объектный AEC – специфичный CAD. В этом определении AEC, Architecture, Engineering and Construction – Архитектура, Инженерные системы, Конструкции; CAD, Computer Aided Design – САПР, Система автоматизированного проектирования).

Информационная модель (ИМ) объекта должна быть интегрирована с его данными и документами на соответствующем этапе жизненного цикла (ЖЦ). Объектом может быть любое сооружение, которое инвестиционно обосновывается, планируется к постройке, проектируется, строится, эксплуатируется и технически обслуживается, модифицируется и реконструируется; выводится из эксплуатации, демонтируется и утилизируется, например, полная инфраструктурная сеть, технологическая установка, здание, шоссе, корабль, самолет.

Известна иллюстрация сравнения взаимодействия участников процесса строительства и эксплуатации здания без использования BIM (рисунок 1.1а) и с его помощью (рисунок 1.1б):

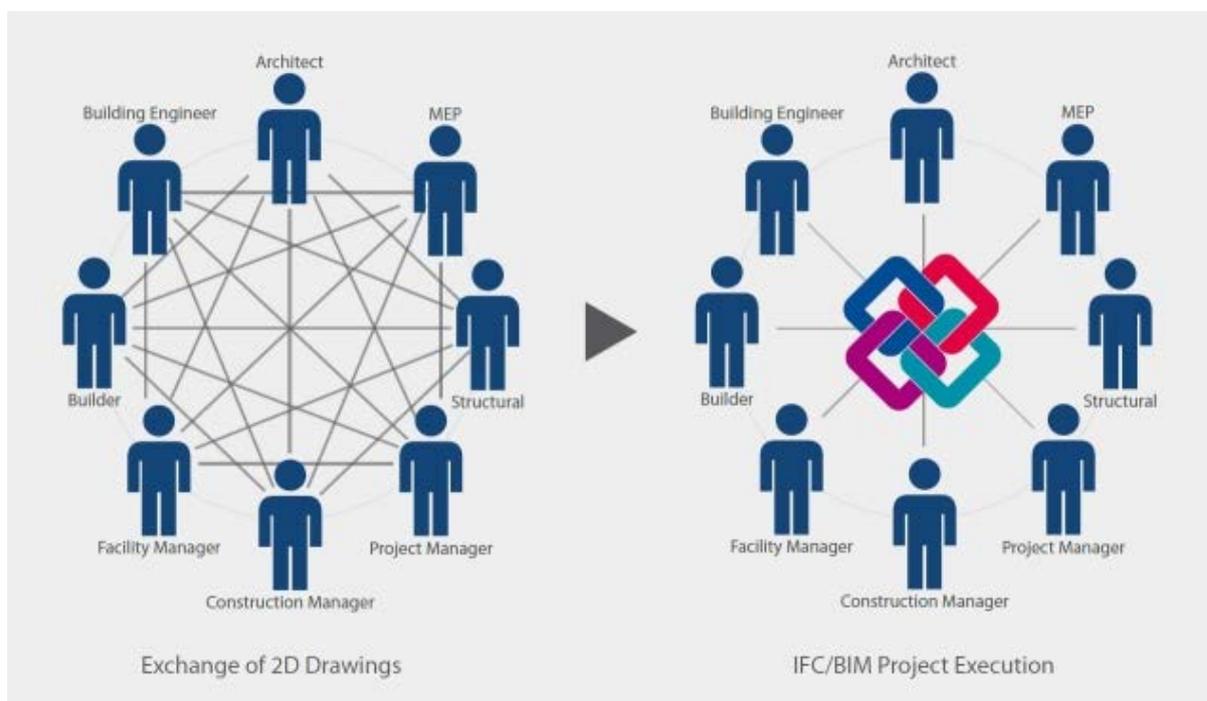


Рисунок 1.1 Взаимодействие участников процесса строительства и эксплуатации здания

Таким образом, можно выделить три основных элемента характеризующих BIM – единая 3D модель, Параметрическая модель, АЕС – специфика. Стандартный CAD по умолчанию двухмерен, 2,5 и 3D модели в нем обычно получаются путем преобразований из первоначального, более бедного в информационном плане 2D чертежа. BIM трехмерен изначально. Более того, он представляет собой единую 3D модель здания со всеми необходимыми свойствами и параметрами входящих в модель объектов. Все необходимые в дальнейшей работе чертежи и схемы генерируются из этой модели «на лету», то есть нет отдельного плана или разреза, они становятся лишь отдельными представлениями модели определенными пользователем. Поэтому если каким-то участником процесса (например, проектировщиком) вносятся изменения в модель, то все они автоматически отражаются во всех ее представлениях – планах, схемах, спецификациях, расчетах и т.д.

Краткая история BIM

Термин «информационная модель» появился в середине прошлого века. Его автором считают Чака Истмэна (полное имя Чарльз М. Истмэн – Charles M. Eastman, Chuck Eastman), преподавателя в Колледжах Архитектуры и Информатики в Технологическом институте штата Джорджия). По-видимому, первое упоминание термина в этой его публикации: [3]. В США он считается пионером компьютерного архитектурного проектирования (Architecture, Engineering and Construction Computer-Aided Design, AEC CAD) и исследований в 3d, твердотельном и параметрическом моделировании.

К концу 80-х концепция получила развитие и в Европе. После этого из английского (Product Information Model) и американского (Building Product Model) образовался современный термин «Building information modeling». Впервые его использовал сотрудник Bentley Systems англичанин Роберт Эйш (Robert Aish). В 1986 году он сформулировал основные принципы нового подхода. Основная идея ученого заключалась в том, чтобы автоматизировать процесс создания строительных макетов. Вся необходимая информация, включая сметы, базы данных, временные расчеты, соединилась воедино в одной компьютерной 3D модели: трехмерное моделирование, автоматическое получение чертежей, интеллектуальная параметризация объектов, соответствующие объектам базы данных, распределение процесса строительства по временным этапам и т.д. Это была первая попытка внедрения системы BIM моделирования зданий в мировую архитектурно-строительную деятельность. Первую обкатку теория Эйша получила при реконструкции «Терминала 3» лондонского Хитроу.

С начала 2000-х годов термин Building Information Model появился в профессиональном лексиконе разработчиков строительного ПО. Вскоре концепция стала известна не только профессионалам, но и властям, сделавшим использование BIM в ряде стран обязательным. Это произошло во многом благодаря стараниям компании Autodesk, куда перешел Эйш.

С 2002 г. САD-программные продукты начинают ориентироваться на BIM, что стало возможным параметризацией объектов и применением объектно-ориентированного подхода, перенесенного из программирования.

С 2004 г. происходило дальнейшее развитие программного обеспечения, выражающееся в создании взаимодействия между участниками процесса проектирования.

Далее развитие BIM происходит в сторону увеличения функциональности, использования облачных технологий, интеграции с интеллектуальными технологиями: «умный дом» (Smart Homes), «интернет вещей» (Internet of Things, IoT), «дополненная реальность» (Augmented Reality, AR).

Виды BIM

1. AIM (Architectural information model) – архитектурная ИМ.
2. SIM (Structural information model) – структурная ИМ.
3. FIM (Facility information model) – ИМ объекта, обычно используется как общее понятие ИМ любого объекта.
4. BSIM (Building services information model) – ИМ инженерных систем здания, которая обычно включает в себя инженерную технику, электротехнику, сантехнику и системы управления микроклиматом (MEP), которые далее могут подразделяться на следующие:
 - Линии связи, телефоны и ИТ-сети (ИКТ)
 - Энергоснабжение - газ, электроэнергия и возобновляемые источники энергии
 - Эскалаторы и лифты
 - Противопожарные системы
 - Отопление, вентиляция и кондиционирование воздуха (ОВК, HVAC - Heating, Ventilation, & Air Conditioning)
 - Молниезащита
 - Низковольтные системы, распределительные щиты и распределительные устройства

- Естественное освещение и искусственное освещение, а также фасады зданий
 - Системы безопасности и сигнализации
 - Водоснабжение, водоотведение и водопровод
5. BrIM (Bridge information model) – ИМ мостов.

В настоящее время во многих странах мира (США, Великобритания, Франция, страны Северной Европы, Сингапур, Южная Корея, Китай и др.) в строительстве активно внедряются технологии информационного моделирования. Масштаб внедрения BIM в указанных странах объясняется, прежде всего, выгодами от применения этой технологии. Эти выгоды приобретаются на различных этапах реализации проекта и различных уровнях (на уровне отдельного предприятия, отрасли и государства в целом). Результаты применения BIM проявляются в виде высокого качества проектной документации, хранения информации в едином информационном ресурсе, улучшения информационного обмена и взаимодействия различных участников инвестиционно-строительных проектов, снижения затрат на этапе строительства и т.д. Все это приводит и к повышению экономической эффективности реализации проектов строительства зданий и сооружений, в том числе снижению себестоимости.

В силу наличия преимуществ от использования BIM на государственном уровне в ряде стран установлены условия по обязательному применению указанных технологий при проектировании и строительстве объектов за счет средств государственного бюджета. Подобные требования постепенно вводились государственными заказчиками в США с 2003 года, а в ряде стран Европы и Азии — с 2007 года. В 2011 году о новой стратегии в области строительства, ориентированной на достижение конкурентных преимуществ на мировой арене, объявила Великобритания. В рамках стратегии реализуется программа перехода на технологии информационного моделирования. В рамках программы был подготовлен переход на обязательное применение

данных технологий с апреля 2016 года для всех финансируемых из бюджета проектов, в том числе нового строительства, реконструкции, капитального ремонта. В 2012 году в США более 70% участников строительного рынка заявили об использовании технологий информационного моделирования в своих проектах (данные компании McGraw Hill Construction), в Великобритании в 2016 году — 54% (по данным NBS, National BIM Report). По данным сингапурского государственного агентства по строительству (BCA, Building & Construction Authority), с 2015 года более 80% всех строительных проектов выполняются исключительно с применением BIM-технологий. К настоящему моменту все без исключения проектные организации и около 70% строительных подрядчиков Сингапура применяют BIM на своих проектах. В январе 2014 года были внесены поправки в европейскую директиву о госзакупках, где всем странам Евросоюза для повышения прозрачности и эффективности расходования бюджетных средств было рекомендовано применять электронные формы работы, включающие BIM в строительстве. В настоящее время организована и финансируется Еврокомиссией рабочая группа по BIM (EU BIM Task Group) из представителей госзаказчиков стран, входящих в Евросоюз. Целью работы группы является выработка общих для всех стран Евросоюза правил планирования и реализации госзаказов на проектные и строительные подряды.

Сейчас под термином BIM понимают информационное моделирование зданий (Building Informational Modeling, BIM), которое в свою очередь представляет собой процесс разработки информационной модели здания (Building Informational Model, сокращенно также BIM) на стадиях жизненного цикла.

На рисунке 1.2 условно представлены практически все стадии жизненного цикла здания. Информационное моделирование выполняется на каждой стадии, начиная с обоснования и планирования строительства. При этом как результат на каждой стадии создается информационная модель, соответствующая данной

стадии жизни здания. В принципе в этой модели содержится весь объем собранной информации по зданию. Если что-то окажется излишним для проработки на данной или последующих стадиях жизненного цикла, то информация может быть использована в какой-то ее части. Для этого инструментарий хранения и обработки информации при моделировании должен обеспечивать удобный доступ к ней определенного на данной стадии круга лиц и не затруднительное извлечение ими из нее требуемых сведений.



Рисунок 1.2 Стадии ЖЦ здания [4]

На каждой стадии ЖЦ объекта, начиная с обоснования его строительства, и затем в процессе строительства, при приемке в эксплуатацию, в течение всего времени эксплуатации, при выводе из эксплуатации, консервации или демонтаже и утилизации объекта с рекультивацией площади его застройки, создается и накапливается объем информации об объекте, который и представляет его информационную модель. Она дает знание о характеристиках здания со всеми его инженерными системами в целом, и в различные моменты времени. Это технические, технологические, экономические, экологические,

эксплуатационные характеристики, включающие исходные проектные параметры, параметры по завершении строительства, в различные периоды эксплуатации, после вывода из эксплуатации. Вместе с тем информационной модели не обязательно быть такой, чтобы в ней можно было нарыть любую информацию об объекте. Это желательный, но, как правило, недостижимый вариант – создание такой модели крайне затянулось бы. Поэтому на каждой стадии в модель вкладывается столько информации, сколько требуется по нормативам на момент проектирования. Если нормативы меняются, и для того или иного раздела модели становится необходима дополнительная информация, то она должна быть вложена дополнительно.

Наполняющие BIM программные продукты должны обеспечивать возможность одновременной работы с моделью (т.е. с информацией о здании) как в целом, так и с каждым разделом по отдельности или/и с любыми сочетаниями разделов. Так, в различные стадии ЖЦ нас могут интересовать энергетические характеристики ограждений и сантехоборудования, экономические и прочностные характеристики элементов здания и т.п.

При работе с единой информационной моделью здания, состоящей из множества файлов, можно придерживаться следующих правил. Если объект небольшой, то его можно не делить на части и работать с единой моделью. Кроме размера объекта, это зависит от компьютерного ресурса организации и опыта исполнителей. Обычно, компьютерного ресурса бывает достаточно для зданий кубатурой ориентировочно до 40...50 тыс. м³. Работа с общим файлом позволяет избежать процесса стыковки разделов – они уже состыкованы.

Однако чаще всего ресурса не хватает даже при хорошей оснащенности организации. Кроме того, в файлах по инженерным системам обычно бывает необходимой информация по размещению строительных конструкций и их габаритам, и наоборот. Остальная информация, как правило, излишняя. При делении модели на части совместную работу многих специалистов над одним проектом можно организовать в виде центрального файла и локальных копий для каждого пользователя. Если же различным специалистам (например,

архитекторам и сантехникам) требуются разные шаблоны файлов, то можно использовать дополнительно внешние ссылки, или «сшивать» части модели с использованием специализированных программ. Если при объединении произошла потеря части информации, что вполне вероятно, то нужно предусматривать резервные копии для ручного восстановления.

Информационная база данных о здании, управляемая с помощью комплекса соответствующих программ, может использоваться для проектных решений по узлам и компонентам здания с созданием всей необходимой документации – чертежей, смет, заказных ведомостей, календарных и сетевых графиков строительства объекта, актов скрытых работ и т.д. После приемки в эксплуатацию информационная модель здания таким же образом должна обеспечить решение всех задач, включая разработку документации, по оптимальной эксплуатации здания как технологической и коммерческой единицы с учетом влияния климатических, географических, тектонических, технологических, коммерческих факторов на структурные элементы и инженерные системы здания. В течение жизненного цикла на основе информационной модели здания должны обеспечиваться:

- своевременность ремонтов, реконструкций отдельных элементов и систем, и здания в целом;
- точное определение срока вывода из эксплуатации со своевременной подготовкой документации;
- своевременное проведение консервационных работ, или демонтажа и утилизации здания.

В BIM-модели здания все системы должны быть состыкованы и увязаны. Если вносятся изменения, то они отражаются во всех необходимых документах модели. К примеру, если при реконструкции жилой дом переходит с газовых плит на электрические, то файлы газовой части дополняются проектом демонтажа системы газоснабжения с отключением вводов и установкой заглушек, файлы строительной части – заделкой отверстий для прохода газовых

труб и креплений, а также подготовкой мест прокладки кабелей в ограждениях и перекрытиях, файлы электрической части – проектом подключения электроснабжения с прокладкой кабелей и установкой оборудования, сметные файлы – учетом стоимости всех работ и оборудования, файлы организации работ – календарными графиками по всем демонтажным и монтажным работам. При этом файлы архитектуры, теплоснабжения здания могут остаться неизменными.

Самый проблемный этап ЖЦ объекта при традиционном проектировании – это создание архитектурного плана. Хотя непосредственно на него уходит только 5% от общей стоимости постройки, неизбежные оплошности разработчиков (неучет мелких деталей, упущение обстоятельств не первостепенной важности) приводят в реальности к значительному росту предполагаемых затрат. Очень много коллизий возникает из-за нестыковок строительной части с инженерными сетями. Очевидно, что при отсутствии контакта между архитектором и инженером-сантехником высокая квалификация еще не гарантирует отсутствия коллизий в инженерных системах и строительных конструкциях. При совместной работе в BIM-программе исправления, вносимые одним специалистом, сразу же становятся видны всем остальным. Каждый из них может отслеживать новые параметры в своей зоне ответственности и принимать их к сведению.

Вот пример реакции проектировщика на вопрос о работе с BIM и без него [5]: «Самое главное, что давала схема – отсутствие коллизий систем. BIM-среда не даёт пересекать инженерные подсистемы: это похоже на трассировку платы. Есть много способов избегать такого и ловить баги. Это крайне важно для генподрядчика, потому что за каждую такую коллизию на объекте он платит из своих, потом. Я вот жилой комплекс построил, небоскрёб построил, в нашей команде есть человек, который три станции метро с нуля спроектировал, а дата-центры и прочие объекты поменьше — вообще без счёта. Так вот, каждый раз, когда нет BIM, вентиляция вечно в колонну приходит. Исправляем, двигаем, меняем. Потом дизайнер говорит: «Всё не так». И канитель начинается с самого

начала. Теперь мы проектируем сразу в BIM, и это снимает массу головной боли».

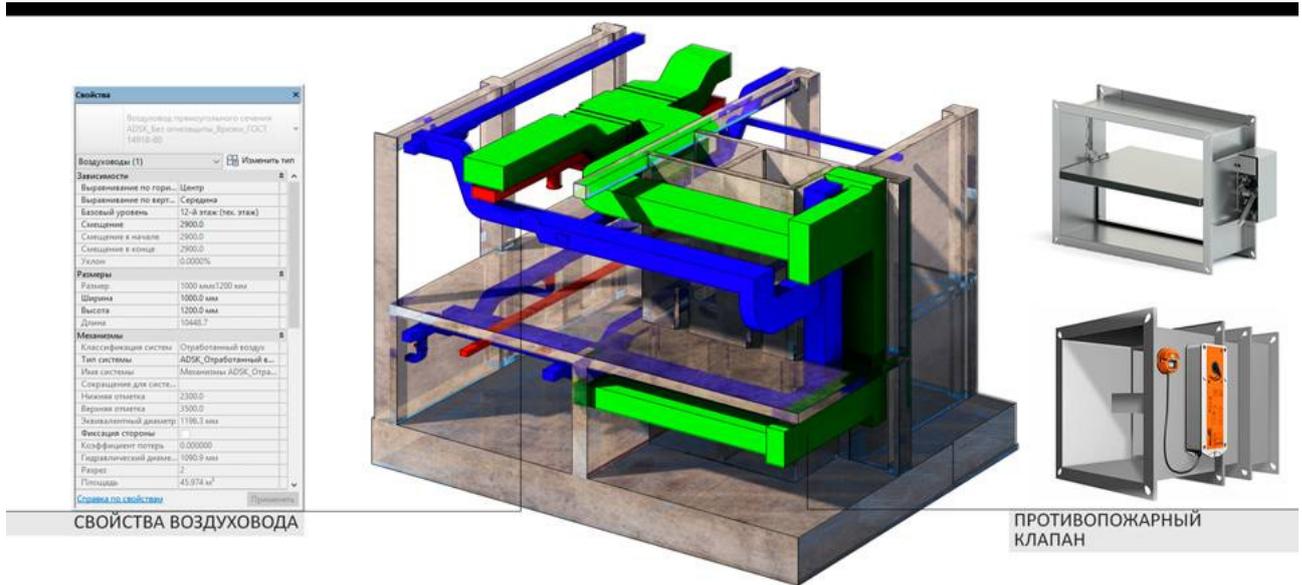


Рисунок 1.3 BIM –проектирование приточных и вытяжных воздуховодов в здании.

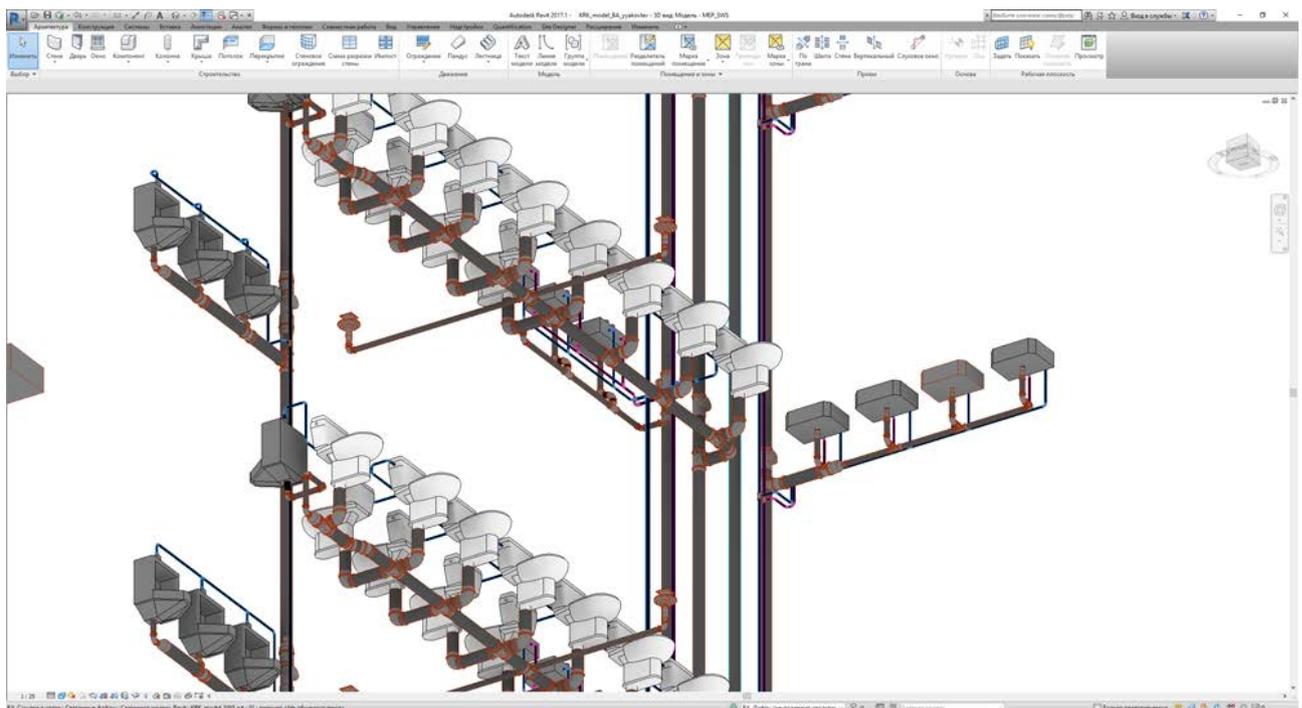


Рисунок 1.4 BIM –проектирование. Часть системы водоснабжения и отведения стоков здания, представляемая в отдельном окне без строительных конструкций.

На рис. 1.3 и 1.4 представлены иллюстрации к вышеприведенной реплике ее автора, соответствующие работе «сразу в BIM» по системам вентиляции и водоснабжения и отведения стоков.

Термины BIM

Расшифровка ряда терминов, относящихся к видам BIM (AIM; SIM; FIM; BSIM, BrIM), приведена выше. Ниже приведены пояснения к английским аббревиатурам по информационному моделированию, используемым далее в тексте, и вообще в сфере BIM.

- ERP (Enterprise Resource Planning, планирование ресурсов предприятия) – организация и интеграция между собой всех (максимального количества) процессов предприятия, направленная на снижение издержек и направленная на энерго- ресурсосбережение.
- IFC (Industry Foundation Classes) – открытый формат обмена данными в строительной области и BIM, разработанный buildingSMART.
- bSDD (buildingSMART Data Dictionary, IFD - International Framework for Dictionaries) – словарь данных buildingSMART, стандарт терминологии. Основу библиотеки IFD составляет международный открытые стандарты, разработанные ISO (в основном ISO 12006-3:2007). IFD библиотека один из основных компонентов технологии buildingSMART.
- IDM (Information Delivery Manual) – стандарт buildingSMART, разработанный для поддержки методологии фиксации и описания процессов и информационных потоков в течение жизненного цикла сооружения.
- iBIM (Integrated BIM) – интегрированный BIM, полностью интегрированные данные и интегрированный процесс на всем жизненном цикле сооружения. Соответствует третьему уровню зрелости.

- CPIC (Construction Project Information Committee) – консультативная группа представителей крупных участников строительной индустрии Великобритании, которая обеспечивает распространение наилучших практик в сфере строительства.
- O-O (OOAD – Object-oriented Analysis and Design) – обычная в программировании практика объектно-ориентированного подхода при анализе и конструировании системы, приложения, бизнес-процесса и т.д. Процесс состоит из объектов, который имеет атрибуты (свойства) и над ним можно производить действия (методы).
- LOD (Level of Detail (UK) – LOD1/2/3/4/5) – уровень детализации, это прием представления графической информации, когда объект имеет несколько уровней представления от самого грубого, до максимально подробного и реалистичного.
- Level of Development (US) – LOD100/./500) – уровень проработки, пришел на смену термину уровень детализации, согласно последней спецификации стандартов (AIA E203-2013 Building Information Modeling and Digital Data Exhibit и AIA Contract Document G202-2013 Building Information Modeling Protocol Form) LOD определяет минимальный объем геометрических, пространственных, аналитических и других данных объекта информационной модели, которые достаточны для использования программными модулями BIM на этом уровне детализации.

BIM в России

Промахи, сделанные на этапе проектирования, могут обнаружиться уже на этапе возведения здания или во время его эксплуатации, и иногда обернуться плачевно, разрушением элементов постройки. В среднем издержки на это составляют 50% сверх запланированных. При помощи BIM-программ все коллизии, вплоть до самых мелких, обнаруживаются визуально на стадии

проектирования, и дополнительные издержки на их исправление минимизируются. Считается, что это позволяет сократить затраты на строительство на 20...30%.

Использование BIM-технологий на стройплощадке позволяет снизить реальные затраты средств непосредственно на возведение объекта. Ошибки в объемах и стоимости закупаемых материалов и оборудования сводятся к минимуму, финансовый оборот легко контролируется не только ответственными лицами, но и каждым сотрудником, так как расходные сметы и бухгалтерские отчеты открыты в системе общей документации. Это, по-видимому, особенно существенно для РФ.

Моментом официального признания BIM в России можно считать март 2014 г. По результатам заседания президиума Совета при Президенте Российской Федерации по модернизации экономики и инновационному развитию России (Протокол №2 от 04 марта 2014 г.) Минстрою России, Росстандарту, совместно с Экспертным советом при Правительстве Российской Федерации и институтам развития было поручено разработать и утвердить план поэтапного внедрения технологий информационного моделирования в области промышленного и гражданского строительства. 29 декабря 2014 г. соответствующий План был утвержден Министерством строительства и жилищно-коммунального хозяйства РФ (Приказ № 926/пр от 29.12.2014 г.), затем приказом №151/пр от 04.03.2015 г. были утверждены корректировки Плана. В Планах по внедрению BIM также определен срок окончательного перехода на обязательное использование BIM-технологии в рамках проектирования объектов госзаказа – январь 2019 г. Вначале предполагается переход на BIM части госзаказа с тем, чтобы перевести на него весь госзаказ через 5 лет на всех уровнях бюджетной системы Российской Федерации. Начать решено было с рассмотрения пилотных проектов, использующих технологии BIM, чтобы в дальнейшем на их основе выработать общие критерии их оценки на уровне госэкспертизы.

В октябре 2016 года на заседании Экспертного совета при Минстрое состоялось обсуждение проекта федерального закона «О внесении изменений в Градостроительный кодекс РФ и отдельные законодательные акты Российской Федерации в части внедрения технологий информационного моделирования в сфере строительства». В действующем Градостроительном кодексе (ГрК) нет никаких положений по применению BIM не только в строительстве и эксплуатации зданий, но даже в проектировании. По словам одного из ответственных на то время лиц Минстроя РФ, эта деятельность никак не регламентируется, а процесс ее внедрения невозможен без соответствующего закрепления основных положений в законодательстве о градостроительной деятельности. На сегодняшний день (с учетом новой редакции, которая вступит в силу с конца 2018 г.) положений по применению BIM в ГрК также нет.

Законодательное регулирование BIM в России

Сейчас приняты План поэтапного внедрения технологий информационного моделирования (утвержден приказом Минстроя России №926/пр от 29.12.2014) и План мероприятий по внедрению оценки экономической эффективности обоснования инвестиций и технологий информационного моделирования на всех этапах «жизненного цикла» объекта капитального строительства (утвержден вице-премьером Правительства России в апреле 2017 г.). В соответствии с планами, должна быть разработана нормативно-правовая документация по BIM. По сообщению Минстроя, должны быть разработаны 15 ГОСТ и 10 СП. В 2017 г. разработана дорожная карта внедрения нормативной базы информационного моделирования (рис. 1.5)



Рисунок 1.5 Внедрение технологии информационного моделирования.

Дорожная карта от 11 апреля 2017 года [6]

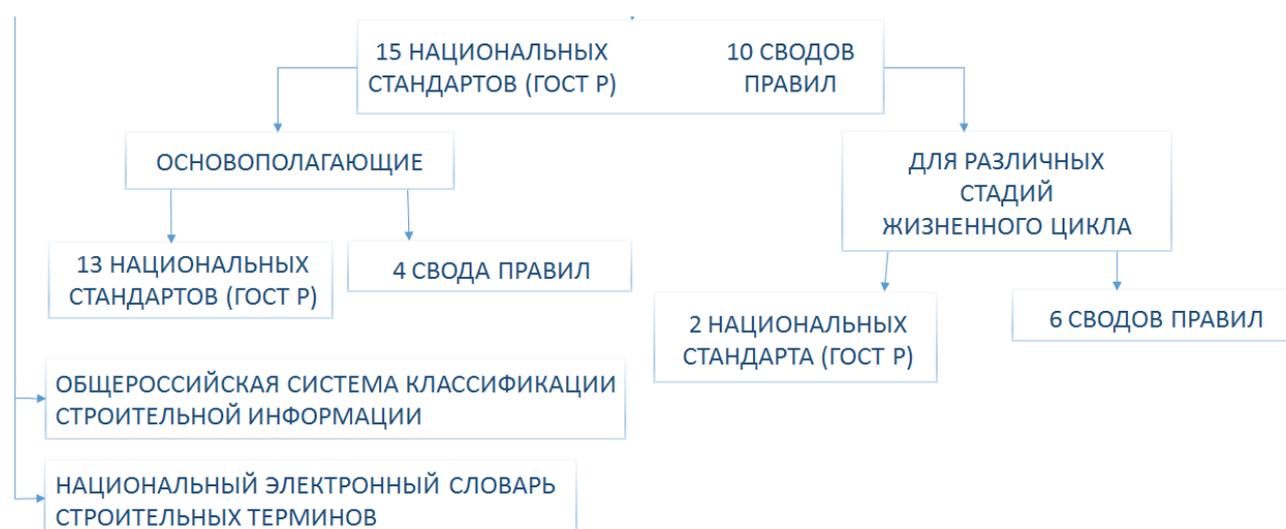


Рисунок 1.6 Система НТД в области информационного моделирования

На рисунке 1.6 представлена система нормативно-технической документации, необходимой для обеспечения возможности работы проектировщиков и программистов в области информационного моделирования.

Исходный список базовых документов представляется следующим. На настоящее время принято 7 ГОСТ и 4 СП:

- ГОСТ Р 57310-2016 «Моделирование информационное в строительстве. Руководство по доставке информации. Методология и формат». (ISO 29481-

1:2010). Стандарт определяет методологию и формат для разработки руководства по доставке информации.

- ГОСТ Р 57563-2017 «Моделирование информационное в строительстве. Основные положения по разработке стандартов информационного моделирования зданий и сооружений» (ISO/TS 12911:2012).
- ГОСТ Р 57311-2016 «Моделирование информационное в строительстве. Требования к эксплуатационной документации объектов завершеного строительства». Стандарт устанавливает требования к эксплуатационной информационной модели (ЭИМ) объекта капитального строительства.
- ГОСТ Р 57309-2016 «Руководящие принципы по библиотекам знаний и библиотекам объектов» (ИСО 16354:2013) . Стандарт определяет требования к библиотекам знаний, определяет категории библиотек и закладывает основы единообразной структуры, их содержания и унификация их использования. Библиотеки знаний нацелены на поддержку бизнес-процессов, касающихся любых видов объектов в течение всего их жизненного цикла, например, поддержку их разработки, закупки, конструирования, эксплуатации и обслуживания.
- ГОСТ Р ИСО 12006-2-2017 «Строительство. Модель организации данных о строительных работах. Часть 2. Основы классификации информации» (ISO 12006-2:2015).
- ГОСТ Р ИСО 12006-3-2017 «Строительство. Модель организации данных о строительных работах. Часть 3. Основы обмена объектно-ориентированной информацией» (ISO 12006-3:2007). ГОСТ Р ИСО 22263–2017 «Модель организации данных о строительных работах. Структура управления проектной информацией» (ISO 22263:2008).
- СП 328. 1325800.2017. «Информационное моделирование в строительстве. Правила описания компонентов информационной модели». Документ содержит требования к компонентам информационных моделей зданий и сооружений, но не касается цифровых библиотек данных компонентов.

- СП 331. 1325800.2017. «Информационное моделирование в строительстве. Правила обмена между информационными моделями объектов и моделями, используемыми в программных комплексах». Документ описывает базовые требования к созданию и эксплуатации информационных систем, взаимодействующих между собой в течение всего жизненного цикла здания или сооружения.
- СП 333. 1325800.2017. «Информационное моделирование в строительстве. Правила формирования информационной модели объектов на различных стадиях жизненного цикла». В основном эти правила направлены на повышение обоснованности и качества проектных решений, а также уровня безопасности при строительстве и эксплуатации зданий и сооружений
- СП 301. 1325800.2017. «Информационное моделирование в строительстве. Правила организации работ производственно-техническими отделами». Здесь рассматриваются принципы применения информационного моделирования при сооружении объекта. Для организации работ в составе ПТО создается группа информационного моделирования, которая по проектной модели составляет строительную модель для планирования, анализа и контроля производства СМР, поставки материалов и оборудования, выполнения контрольных мероприятий и соблюдения техники безопасности.
- ГОСТ Р ОТРАСЛЕВЫЕ БАЗОВЫЕ КЛАССЫ (IFC) составлен, но пока не может пройти согласования.

В ближайшие 2 года предполагается принять следующие ГОСТы, СП и другие нормативные документы:

- ГОСТ Р «Организация информации о строительных работах. Информационный менеджмент с применением информационного моделирования. Часть 1. Основные принципы и понятия» (ISO/DIS 19650-1).

- ГОСТ Р «Организация информации о строительных работах. Информационный менеджмент с применением информационного моделирования. Часть 2. Этап капитальных вложений» (ISO/DIS 19650-2).
- ГОСТ Р «Организация информации о строительных работах. Информационный менеджмент с применением информационного моделирования. Часть 5. Управление информационной безопасностью» (ISO/NP 19650-5).
- ГОСТ Р «Структуры данных для электронных каталогов компонентов инженерных систем здания. Часть 1. Понятия, архитектура и модель данных» (ISO 16757-1:2015).
- ГОСТ Р «Структуры данных для электронных каталогов компонентов инженерных систем здания. Часть 2. Геометрия компонентов» (ISO 16757-2: 2016).
- ГОСТ Р «Моделирование информационное зданий и сооружений. Руководство по доставке информации. Часть 2. Инфраструктура взаимодействия» (ISO 29481-2:2012).
- СП «Информационное моделирование в строительстве. Обеспечение и контроль качества цифровых информационных моделей»
- СП «Информационное моделирование в строительстве. Контроль качества производства строительных работ»
- Общероссийская система классификации строительной информации.
- Национальный электронный словарь строительных терминов

По первоначальным сообщениям Минстроя, система нормативно-технических документов по BIM в общей сложности будет включать в себя 15 национальных стандартов (ГОСТ Р) и 10 сводов правил, из которых 13 ГОСТ Р и 4 СП будут касаться основополагающих (базовых) направлений, остальные — отдельных стадий ЖЦ.

Уровни «зрелости» BIM

Обычно, говоря о развитии BIM, говорят о его уровнях зрелости и представляют их в виде клина (рис 1.7).

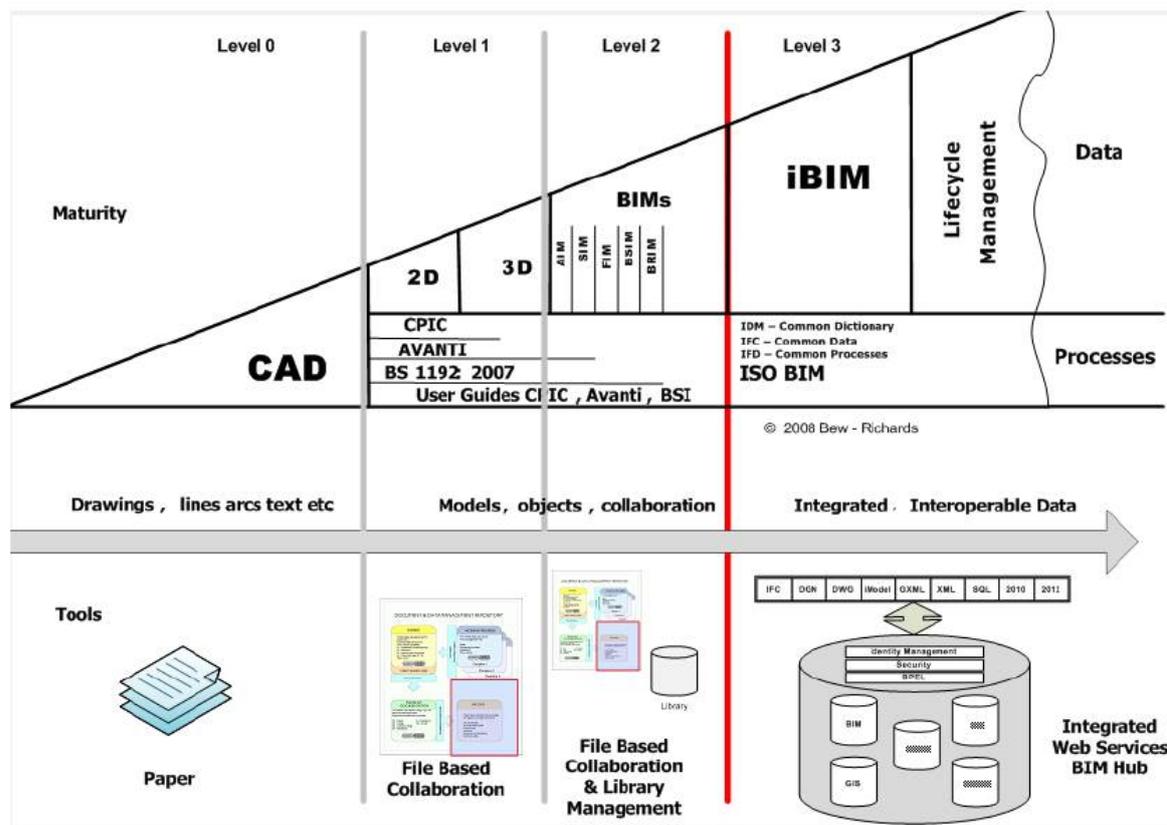


Рисунок 1.7 Уровни «зрелости» BIM

Уровень 0. Неуправляемый CAD, возможно, 2D, с бумажным (или сканированным) механизмом обмена данными.

Уровень 1. Управляемый САПР в двух или трехмерном формате с использованием BS 1192: 2007 с инструментом совместной работы, обеспечивающим общую среду данных, возможно, некоторые стандартные структуры данных и форматы. Коммерческие данные управляются отдельными экономическими программными продуктами без интеграции.

Уровень 2. Управляемая 3D-среда, содержащаяся в отдельной дисциплине «BIM» с прилагаемыми данными. Коммерческие данные, управляемые ERP. Интеграция на основе проприетарных интерфейсов или промежуточного программного обеспечения на заказ может рассматриваться как «pBIM»

(запатентованная). В этом подходе могут использоваться дополнительные данные - 4D (например время) и экономические данные - 5D.

Уровень 3. Полностью открытый процесс и интеграция данных, предоставляемые IFC / IFD. Управляется сервером совместной модели. Может считаться iBIM - интегрированным BIM, потенциально использующим параллельные инженерные процессы.

n - Мерность BIM

Говоря о степени насыщенности BIM данными, представляют ее в терминах мерности от 3-х и больше (рис 1.8).

3D: «Визуализация» – пространственная визуализация, рендеринг, анализ пересечений.

4D: «Расписание» – 3D+время, планирование, моделирование движения материалов, рабочих.

5D: «Стоимость» – экономическое планирование всех систем, монтажа, доставок и т.п.

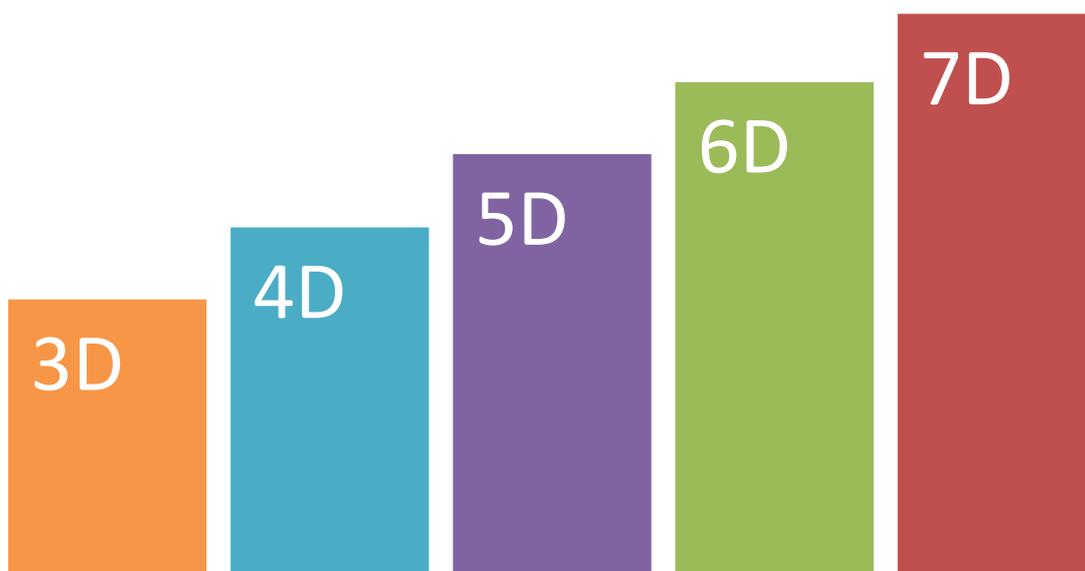


Рисунок 1.8 n-Мерность BIM

6D: «Устойчивое развитие» – анализ энергопотребления, энергоэффективности, расчеты рейтингов по «зеленым» стандартам.

7D: «Эксплуатация» - стратегия эксплуатационной стадии ЖЦ здания с техническим обслуживанием, рисками и гарантиями.

Основные концепции BIM. Autodesk® REVIT® MEP

В англоязычной литературе под понятие «Большая BIM» подводится «вся информация о проекте в пределах своих границ собственности от центра земли и бесконечно до неба с самого начала строительства и использования до его окончательного вывода из эксплуатации и ликвидации». Под «маленькой bim»: понимается программное обеспечение, используемое для создания «Большой BIM». Чтобы быть действительно жизнеспособным, программное обеспечение BIM должно содержать модуль для моделирования, способный быстро и легко создавать 3D-модель. Revit на этапе проектирования – это способность проектировщика понять отношения между зданием и его системами практически мгновенно.

Согласно определению фирмы Autodesk, «(BIM) относится к созданию и использованию скоординированной пространственно, согласованной, вычислимой информации о проекте здания - информации, используемой для принятия проектных решений, производства высококачественных строительных документов, прогнозирования производительности, оценки стоимости и планирование строительства, и, в конечном счете, для управления и эксплуатации объекта».

Параметрическое моделирование. Инструменты параметрического моделирования используют параметры (числа или характеристики) для определения поведения графического объекта и определения отношений между компонентами модели. Например, «диаметр этого отверстия составляет один метр» или «центр этого отверстия находится посередине между этими краями». Это означает, что критерии проекта или его цели могут быть определены во

время процесса моделирования. Редактирование модели становится намного проще и сохраняет первоначальный дизайн. Параметрическое моделирование зданий – одна из основных концепций BIM, поскольку BIM - это подход к строительному дизайну, который характеризуется созданием и использованием скоординированной, внутренне согласованной, вычислимой информации о проекте здания. Надежная информация о здании является важной, а в наших условиях - главной особенностью BIM и процессов цифрового проектирования на его основе. Решения BIM, которые используют проектировщики, обеспечивают сбор более скоординированной, надежной, качественной и внутренне согласованной информации, чем та, которая предоставляется программным обеспечением САПР, используемым для целей BIM.

Концепция единой модели. В этой концепции все инженеры вносят свою часть модели в создание «виртуального» целого. Например, инженер-строитель создает структуру, такую как стальной каркас, и интегрируется в модель, создаваемую архитектором. У некоторых подрядчиков есть проблема с концепцией одной модели – они предпочитают создавать модель, специально адаптированную к их собственным специфическим потребностям.

В Revit MEP можно проектировать инженерные системы здания на основе BIM-моделирования. Все данные по моделям динамически связаны друг с другом, что позволяет согласованно вносить исправления, исключать коллизии и повышает точность. Технология параметрического управления изменениями, используемая в Autodesk Revit MEP, обеспечивает актуальность документации на протяжении всего жизненного цикла здания.

Дополнительные программы

Имея обширную информацию об объектах информационной модели здания, можно решать большое количество дополнительных аналитических задач. Некоторые из них присутствуют непосредственно в среде BIM, другие представлены в виде отдельных программ.

Green Building Studio ®. представляет собой веб-сервис, который помогает в энергетическом анализе зданий на этапах проектирования, а также в выборе энергоэффективных зеленых строительных изделий и материалов.

Ниже приведены некоторые из конкретных услуг, представляемых моделью BIM Green Building Studio V3.0:

- **Carbon Neutral Building Check** — автоматически оценивает выполнимость требований по выбросам парниковых газов.

- **U.S. EPA ENERGY STAR Score** — вычисляет рейтинг каждого здания в США по стандарту EPA ENERGY STAR.

- **Water Use Analysis** — оценивает потребности в воде, экономию, связанную с мерами эффективности, потенциалом сбора осадков и кредитами LEED для здания.

- **Day Lighting with Energy Savings** — автоматически определяет коэффициент LEED Glaze m для каждой комнаты с экономией энергии управления освещением.

- **Natural Ventilation Potential** — автоматически определяет, хорошо ли подходят место и тепловые нагрузки здания для естественного вентилирования здания.

- **Local Weather Data** — предоставляет доступ к местам погодных условий числом более чем 60000, что гарантирует использование проектной группой локальных метеорологических данных, полученных на расстоянии не более 14 км от здания.

- **Corporate Accounts** — обеспечивает общее управление пользователями строительных проектов, шаблонов зданий и обзор анализов выбросов CO₂, потребления энергии и воды.

Solibri Model Checker®. Эту программу сравнивают с проверкой орфографии для виртуальных моделей. Программа анализирует модели зданий с точки зрения обеспечения целостности, качества и физической безопасности, проверяет наличие потенциальных недостатков и недостатков в проекте,

выделяет конфликтующие компоненты и определяет, соответствует ли модель строительным нормам и собственным нормативам организации.

Autodesk Navisworks — программа для всесторонней проверки архитектурно-строительных проектов. В ней осуществляется проверка моделей и данных, поступающих от всех участников процесса проектирования. Инструменты интеграции, расчетов и обмена данными помогают наладить координацию между различными разделами проекта, разрешать возникающие противоречия и планировать реализацию проекта еще до начала строительных работ.

Общие требования к информационным моделям на стадиях жизненного цикла по нормативам РФ

Моделирование выполняется в СИ. Информационные модели должны иметь согласованные системы координат. Объемные элементы моделируют в масштабе 1:1. Элементы цифровой информационной модели объекта строительства (ЦИМ) – строительные конструкции и инженерные системы, разрабатываются с помощью программного обеспечения, имеющего соответствующие инструменты моделирования, например, колонн, ограждающих конструкций, перекрытий, трубопроводов, воздуховодов, шнуров.

ЦИМ в большинстве случаев приходится делить на части, для чего изначально необходимо учесть назначение объекта, его особенности и структуру технической документации на данной стадии ЖЦ. Например, при проектировании и возведении торгового центра может быть удобна структура цифровой модели с разделением по этажам и отметкам, жилого дома – по секциям. На стадии же эксплуатации для торгового центра может оказаться лучше разбивка по функциональным зонам, а жилого дома – также по секциям.

При разделении ЦИМ каждый элемент должен быть классифицирован и однозначно идентифицирован. Элементы ЦИМ должны содержать необходимый набор атрибутов и их значений. Значения атрибутов должны

совпадать с их представлением в документации. Габаритные размеры элементов ЦИМ должны соответствовать фактическим.

Элементы оборудования инженерных систем должны содержать фиксированные точки подключения к инженерным сетям. Внутренние инженерные системы обозначают разными цветами в зависимости от их функционального назначения.

Внешние инженерные сети и системы объекта строительства моделируют вместе с инженерной цифровой моделью местности (ИЦММ) до точек подключения согласно техническим условиям на них. Внешние инженерные сети и системы, не относящиеся к объекту, отображают в ИЦММ условными знаками в соответствии с их функциональным назначением.

Требования к программному обеспечению

Основная задача, которую должны решать применяемые для информационного моделирования программные продукты – формирование и/или использование ЦИМ на различных стадиях жизненного цикла. Также они должны поддерживать экспорт и импорт в открытом формате IFC версии 2x3 и выше (Industry Foundation Classes, отраслевые базовые классы – формат и схема данных с открытой спецификацией) для обеспечения обмена данными между участниками процессов создания и/или использования ЦИМ. Формат IFC представляет собой международный стандарт обмена данными в информационном моделировании в области гражданского строительства и эксплуатации зданий и сооружений.

Уровни проработки элементов модели для различных стадий жизненного цикла

В BIM предусмотрено 5 базовых уровней проработки (LOD, Level of Development) элементов ЦИМ: LOD 100, LOD 200, LOD 300, LOD 400, LOD 500. Уровни соответствует степени разработки элемента на разных стадиях ЖЦ объекта строительства, низший – в концепте, высший – при эксплуатации

законченного строительством объекта. При этом в целом ЦИМ на какой-либо стадии ЖЦ может содержать элементы с различными уровнями проработки. Уровнем проработки элементов модели задается объем геометрических, пространственных, количественных, а также любых атрибутивных данных, необходимых для применения информационного моделирования на конкретном этапе ЖЦ объекта. В каждом последующем уровне проработки элемента уточняются и дополняются определения всех предыдущих уровней.

На разных уровнях проработки каждый элемент ЦИМ характеризуется своими определенными уровнями проработки геометрических данных, графического отображения и атрибутивных данных. Уровень проработки геометрических данных характеризует полноту описания геометрических параметров элемента ЦИМ (его формы, пространственного расположения, длины, ширины или диаметра, высоты, толщины, площади или/и площади сечения, объема, уровня, уклона и др.). В графическом отображении основные сведения об образе элемента модели представляются в графическом формате – это его форма, внешний вид, цвет и пр. Уровень проработки атрибутивных данных включает описание атрибутов элемента ЦИМ – маркировку, код по классификатору организации, материалы, массу, технические и технологические параметры, производителя, наименования по каталогу, артикула по каталогу и др. (рис. 1.9, табл. 1 [Таблица 6.1 СП 333.1325800.2017]).

Состав элементов ЦИМ и требования к их уровням проработки приведены в приложении А СП 333.1325800.2017.



Рисунок 1.9 Уровни проработки элемента ЦИМ – установки колонны на монолитный железобетонный подколонник, в верхнем ряду двутавровой, в нижнем – монолитной железобетонной.

Таблица 1 – Описание базовых уровней проработки элементов ЦИМ

LOD	Описание	Основное применение
LOD 100	Элемент ЦИМ представлен в виде объемных формообразующих элементов с приблизительными размерами, формой, пространственным положением и ориентацией или в виде двухмерного объекта, а также необходимой атрибутивной информацией	При обосновании инвестиций для разработки архитектурно-градостроительного решения
LOD 200	Элемент ЦИМ представлен в виде трехмерного объекта или сборки с предварительными изменяемыми размерами, формой, пространственным положением, ориентацией и необходимой атрибутивной информацией	
LOD 300	Элемент ЦИМ представлен в виде объекта или сборки, с точными фиксированными размерами, формой, точным пространственным положением, ориентацией и необходимой атрибутивной информацией	При проектировании: - для подготовки проектной и рабочей документации; - для выявления междисциплинарных коллизий
LOD 400	Элемент ЦИМ представлен в виде конкретной сборки с точными фиксированными размерами, включая размеры элементов узловых соединений, формой, пространственным положением, ориентацией, данными по изготовлению и монтажу, а также другой необходимой атрибутивной информацией	При проектировании: - для разработки рабочей документации; - для обоснования класса энергоэффективности здания - для решения других задач. При строительстве: - для разработки проекта производства работ (в частности, для

		разработки монтажных узлов)
LOD 500	Элемент ЦИМ представлен в виде конкретной сборки с фактическими размерами, формой, пространственным положением, ориентацией и атрибутивной информацией, достаточной для передачи модели в эксплуатацию, в том числе с приложением исполнительной документации	При строительстве: - для формирования цифровой модели «Исполнительная»; - для обоснования класса энергоэффективности здания При эксплуатации: - для создания, формирования и наполнения эксплуатационной ЦИМ- - для подтверждения класса энергоэффективности здания
Примечание – При необходимости допускается наличие промежуточных уровней проработки, которые должны быть специфицированы в плане реализации с использованием информационного моделирования.		

Требования к качеству информационных моделей

СП 333.1325800.2017 требует проведения проверки результатов моделирования в виде ЦИМ на соответствие требованиям заказчика и нормативных документов в проектировании и в сфере информационного моделирования. Касаясь последнего устанавливают наличие или отсутствие коллизий в модели, проблем с идентификацией элементов модели и с извлечением из них информации, и т.д. При проверках контролируют пространственное положение и геометрические параметры, соответствие атрибутивных данных, диагностируют модель на предмет коллизий.

При проверке пространственного положения и геометрических параметров контролируют: соответствие проработки геометрической составляющей элементов модели требуемым уровням; идентичность систем координат; точность построения элементов модели (анализ примыканий элементов модели). При проверке атрибутивных данных контролируют: соответствие проработки атрибутивной составляющей элементов модели требуемым уровням, а также соответствия систематизации и структурирования данных требованиям конкретного инвестиционно-строительного проекта (ИСП)

Выявление коллизий между элементами модели, обнаружение и разрешение всех потенциальных конфликтов должно быть завершено на стадии

проектирования до начала строительно-монтажных работ. Для этого необходимо провести в ЦИМ поиск, анализ и устранение геометрических пересечений элементов; дублированных и перекрывающихся элементов; нарушений нормируемых расстояний между элементами модели; пространственно-временных пересечений ресурсов календарно-сетевых графика строительства объекта (при условии использования модели на стадии строительства). Чтобы успешно диагностировать модель на предмет коллизий, заранее устанавливаются виды и число необходимых проверок и условия их проведения. При необходимости создается сводная модель для междисциплинарной проверки. Результаты проверок анализируются, и формируется журнал коллизий.

Конкретная технология работы с единой информационной моделью определяется как содержанием и объемом самого проекта, так и используемым программным обеспечением, а также опытом пользователя, и обычно допускает много вариантов.

Для «сшивания» частей работы в единое целое некоторые BIM-программы, например Bentley AECOsim Building Designer, сразу записывают единую модель в несколько тематически разделённых ассоциированных файлов. Другие программы оставляют это на самостоятельную реализацию пользователями. При неправильном «сшивании» можно получить вместо согласованной информации набор отдельных чертежей в электронном виде.

Если при моделировании выбирать программы исходя из максимального удобства для каждого отдельного раздела, то объединить их потом в общую ЦИМ, по которой можно будет хотя бы проверить коллизии, скорее всего не удастся. Сейчас существует несколько отработанных вариантов сборки единой модели в случае, когда информационное моделирование не является одноплатформенным.

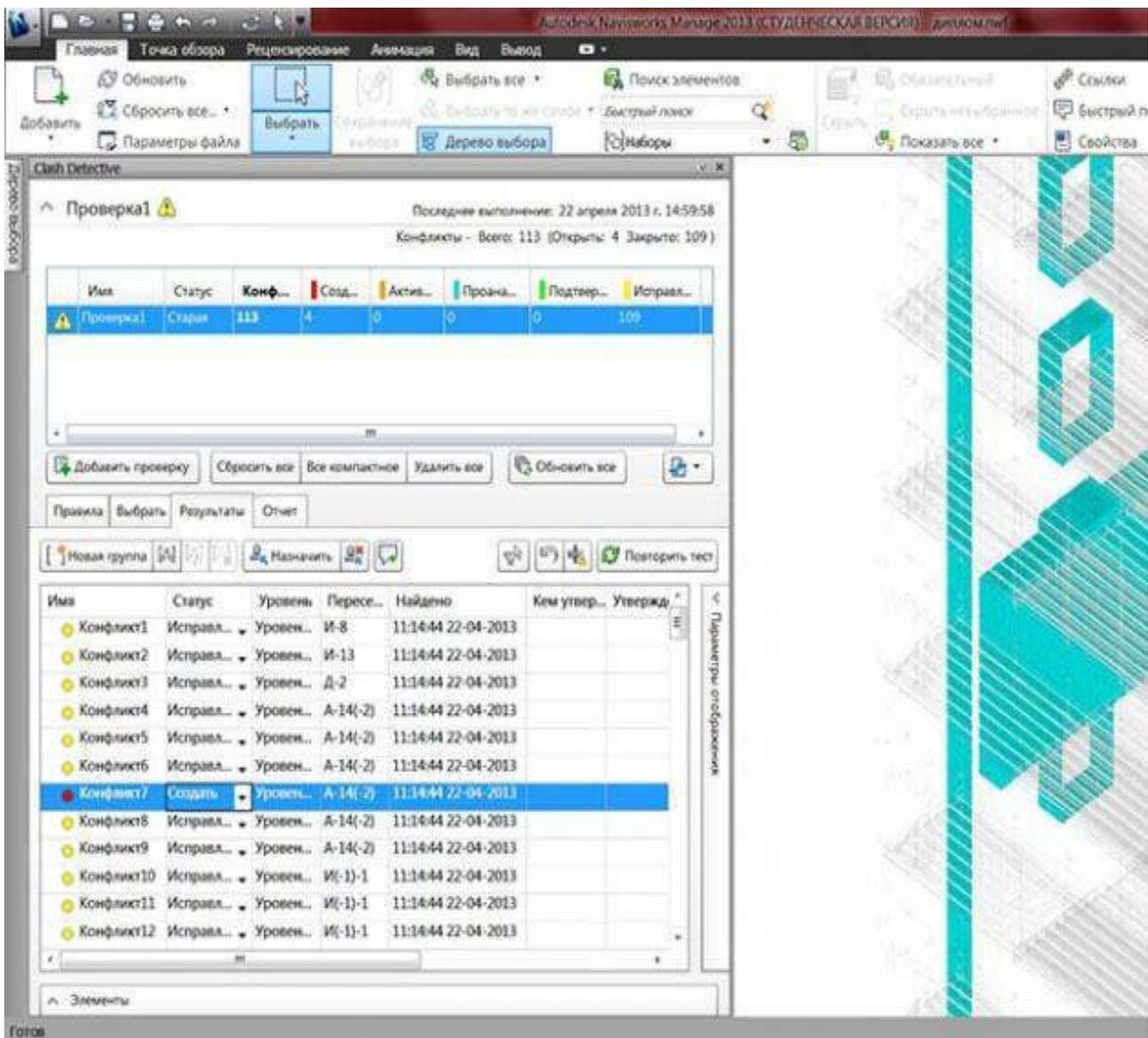


Рисунок 1.10 Пример проверки коллизий в Autodesk NavisWorks при стыковке нескольких частей модели [7].

Федерированная модель (federated model) создаётся при работе различных специалистов в программах со своими форматами файлов, а сборка общей модели осуществляется на «сборочных» программах типа Autodesk NavisWorks, Bentley Navigator или Tekla BIMsight (в сложных случаях сборка может выполняться отдельными исполнителями организации, специализирующимися на этих программах, см. рис. 1.10). При этом части, из которых собирается общая модель, остаются самостоятельными. Поэтому вносимые в них изменения не приводят автоматически к изменениям в других составных частях модели. Федерированная модель может использоваться для общих действий

(визуализация, специфицирование, поиск коллизий и т.п. – рис. 1.10). Она характеризует «ранний» период развития BIM (по британской классификации - BIM Level 2) с «разношёрстным» программным обеспечением. Другой вариант – интегрированная модель (integrated model). Такая модель собирается из частей, сохранённых в открытых форматах типа IFC. Этот подход соответствует концепции OpenBIM.

Имеет место также достаточно рациональная в ряде случаев гибридная модель (hybrid model), объединяющая 3D- элементы и ассоциированные с ними 2D-чертежи или текстовые документы. Так, если в организации принято пользоваться в проектировании разработанным альбомом типовых узлов, то нет необходимости моделировать (переводить) узлы в 3D. Удобнее не перегружать ими общий файл, а поставить в нужных местах модели гиперссылку на соответствующие альбомные листы в любом существующем формате, вплоть до растрового. Это касается и документации (пояснительная записка, спецификации и т.п.) по инженерному оборудованию, которая обычно представляет собой многостраничный текстовый документ. Он не подлежит моделированию, а прикрепляется ссылками к соответствующим элементам ЦИМ.

Требования к форматам выдачи результатов проекта

Требования к форматам выдачи результатов проекта или отдельных работ по информационному моделированию должны быть указаны в требованиях заказчика к модели и зафиксированы в плане реализации проекта с использованием информационного моделирования. В качестве форматов выдачи цифровых моделей объектов строительства используются форматы с открытой спецификацией, как правило, IFC версии 2x3 и выше.

Если заказчик предусматривает внесение изменений в модель на последующих стадиях ЖЦ объекта строительства, вместе с моделью в открытых форматах могут передаваться и модели в исходных форматах.

Базовое направление: Обоснование инвестиций

Правила по формированию информационных моделей при обосновании инвестиций изложены в разделе 7 СП 333.1325800.2017. «Информационное моделирование в строительстве. Правила формирования информационной модели объектов на различных стадиях жизненного цикла».

Заказчик определяет цели и задачи применения информационного моделирования при обосновании инвестиций. Состав и объемы выполняемых при этом работ фиксируются в его требованиях к ЦИМ. Архитектурная концепция объекта в виде ЦИМ, схемы функционального зонирования и основные технико-экономические показатели объемно-планировочных решений должны удовлетворять:

- функциональным требованиям к объекту в целом, к его отдельным помещениям и прилегающей территории;
- требованиям к –
 - ✓ описанию и уровню проработки ЦИМ;
 - ✓ форматам передачи данных;
 - ✓ ИЦММ.

ИЦММ создается на основе результатов инженерных изысканий. Она служит источником информации для комплексного анализа инженерно-геологических условий участка строительства и прогнозирования их на периоды строительства и последующей эксплуатации объектов. Составляющие ИЦММ элементы описываются на основе установленного в проекте классификатора топографо-геодезических и инженерно-геологических объектов.

При обосновании инвестиций проводят разработку технико-экономического обоснования ИСП, оценку потребностей и целей инвестора, заказчика и конечных пользователей объекта капитального строительства, разрабатывают архитектурную концепцию объекта. При обосновании инвестиций создают систему требований, в которой, как минимум,

фиксируются (напр., в форме электронных таблиц) основные функциональные требования к помещениям будущего объекта. Требования к помещениям могут быть дополнены за счет специфических требований заказчика, инвестора. Система требований должна отражать требования ко всему объекту, например, общее потребление энергии, принципиальные решения по инженерным системам, используемым материалам, оборудованию и т. д. На основе функциональных требований к помещениям формируются данные для принятия решений по обоснованию инвестиций, так как близкие к реальности проектные решения на этом этапе еще отсутствуют. Поэтому в последующем на основе созданной системы требований должно будет составляться задание на проектирование.

Данные о помещениях заносят в цифровую модель в целях подготовки схем функционального зонирования и определения технико-экономических показателей объемно-планировочных решений, в том числе для расчета затрат на единицу площади или объема, сравнения проектных решений с исходными требованиями, анализа энергоэффективности. Основой для сравнения инвестиционных затрат, предусмотренных различными вариантами проектных решений, является подсчет основных технико-экономических показателей объемно-планировочных решений по площади и объему помещений. Поэтому типы помещений, площади и общий объем объекта должны извлекаться из ЦИМ без затруднений.

Базовое направление: Проектирование

Правила по формированию информационных моделей при проектировании изложены в разделе 8 СП 333.1325800.2017. «Информационное моделирование в строительстве. Правила формирования информационной модели объектов на различных стадиях жизненного цикла». Заказчик определяет цели и задачи применения информационного

моделирования при проектировании, которые фиксируются в его требованиях к ЦИМ.

Требования к ресурсам проекта

Для организации процесса моделирования необходимо наличие:

- программного обеспечения;
- аппаратного обеспечения;
- сетевых ресурсов;
- баз/библиотек/каталогов компонентов;
- шаблонов проектов.

Базы/библиотеки/каталоги компонентов и шаблоны проектов должны быть доступными и размещаться на общем сетевом ресурсе.

Требования к среде общих данных (СОД)

СОД представляет собой единый источник достоверной и согласованной информации для всех участников проекта, обеспечивающий единую для совместной работы среду и позволяющий совместное контролирование и использование проектной информации всеми участниками многодисциплинарной проектной группы. В составе СОД содержатся области данных «В работе», «Общий доступ», «Опубликовано» и «Архив», через которые последовательно проходят проектные данные.

Область данных «В работе» предназначена для разработки проектных данных конкретной дисциплины проекта. Здесь они разрабатываются, а перед обменом (копированием в область данных «Общий доступ») проверяются и утверждаются для совместного использования. Каждая дисциплина проекта должна обеспечить доступ к своим данным в масштабах проекта, без чего невозможна координированная и эффективная работа многодисциплинарной группы. Проверенные и утвержденные данные должны быть размещены в структуре области данных «Общий доступ».

В области «Общий доступ» проектные данные используются для согласования проектных решений (междисциплинарной координации). Поступления из области данных «В работе» должны осуществляться регулярно и по отдельному регламенту, чтобы специалисты по различным дисциплинам могли работать с актуальной информацией. Обновления данных, размещенных в области данных «Общий доступ», должны сопровождаться соответствующими оповещениями.

В области «Опубликовано» проектные данные документируются, публикуются и используются всеми участниками проекта. Материалы технической документации (чертежи и пр.) и данные, прошедшие через официально принятые в компании процедуры проверки и утверждения, хранятся в области данных «Опубликовано» в не редактируемых форматах.

В области «Архив» проектные данные архивируются в соответствии с принятыми в организации процедурами и регламентами. Архивные данные представляют собой копии всех версий проектных данных. На ключевых этапах процесса информационного моделирования в область данных «Архив» должна копироваться полная версия всех данных проекта.

Правила обмена данными

Правила (протоколы) обмена данными должны быть согласованы всеми участниками проекта и зафиксированы в плане реализации проекта с ЦИМ. Перед обменом должны быть учтены требования к экспорту/импорту используемых программных средств. Данные должны находиться в актуальном состоянии и содержать все локальные правки, внесенные всеми пользователями. Связанные данные должны быть доступны для обмена. Данные должны быть проверены. Информация, не требуемая для обмена, должна быть удалена.

Основные требования к сохранности и безопасности данных

Все проектные данные следует размещать на сетевых ресурсах, на которых регулярно выполняется их резервное копирование. Доступ персонала к проектным данным, хранящимся на сетевых ресурсах, должен контролироваться путем назначения прав доступа.

Именованние файлов проекта

В СП 333.1325800.2017 предписано использовать для разделения полей знак подчеркивания, или подчерка «_». Поля в имени файла начинают с прописной (заглавной) буквы, за которой следуют строчные. Если поле состоит из нескольких слов, то каждое начинают с заглавной буквы, и все слова имени пишутся слитно, например: ВторойКорпусЛитейногоЦеха. Аббревиатуры и коды пишут только заглавными буквами.

В именах нельзя употреблять нижеследующие знаки и символы:

, . ! “ £ \$ % ^ & * () { } [] + = < > ? | \ / @ ’ ~ # ¬ ` ‘

Примерный состав полей имени файла:

<Поле1:КодПроекта>_<Поле2:КодОрганизации>_<Поле3:Здание/Зона>_<Поле4:РазделПроекта/МаркаКомплекта>_<Поле5:Описание>_<Поле6:ВерсияПрограммногоОбеспечения>

В Поле1 прописывается код проекта в виде сочетаний аббревиатуры, знаков и цифр, обозначающих проект. В Поле2 прописывается код источника (организации) в виде сочетаний аббревиатуры, знаков и цифр, обозначающих участника проекта. В Поле3 указывается наименование или код здания (сооружения) или/и зоны (области, стади), к которым относится модель, если проект разделен на зоны. В Поле4 записывается раздел проекта/марка комплекта чертежей. При этом можно придерживаться маркировок, рекомендованных ГОСТ Р 21.1101-2013, прил. Б (см. табл. 2). Также допускаются обозначения буквами латинского алфавита или цифровыми кодами в соответствии с правилами, установленными в стандартах организаций. В Поле5 описывается тип данных, представленных в файле, или уникальный номер файла. В Поле6 указывается версия программного

обеспечения. Все поля имени являются опциональными, т.е. могут и не иметь обозначений, если пользователь сочтет их прописывание в том или ином поле необязательным.

Пример имени файла:

PR2300-14-2_АПМ5_АдминистративныйКорпус_OB2_3М_R2

Если в требованиях заказчика к ЦИМ содержатся свои правила именования, они должны быть применены в проекте после согласования с исполнителем.

Таблица 2 Рекомендованные обозначения некоторых марок комплектов рабочих чертежей

Наименование основного комплекта рабочих чертежей	Марка	Примечание
Генеральный план	ГП	-
Автомобильные дороги	АД	-
Железнодорожные пути	ПЖ	-
Архитектурно-строительные решения	АС	При объединении рабочих чертежей архитектурных и конструктивных решений (кроме КМ)
Конструкции железобетонные	КЖ	-
Конструкции металлические	КМ	-
Конструкции деревянные	КД	-
Гидротехнические решения	ГР	-
Антикоррозионная защита конструкций зданий, сооружений	АЗ	-
Электроснабжение	ЭС	-
Наружное электроосвещение	ЭН	-
Силовое электрооборудование	ЭМ	-
Электрическое освещение (внутреннее)	ЭО	-
Наружные сети водоснабжения	НВ	-
Наружные сети канализации	НК	-
Наружные сети водоснабжения и канализации	НВК	При объединении рабочих чертежей наружных сетей водоснабжения и канализации
Внутренние системы водоснабжения и канализации	ВК	-
Пожаротушение	ПТ	-
Отопление, вентиляция и кондиционирование	ОВ	-

Воздухоснабжение	ВС	-
Пылеудаление	ПУ	-
Холодоснабжение	ХС	-
Тепломеханические решения	ТМ	Котельных, ТЭЦ и т.п.
Тепломеханические решения тепловых сетей	ТС	-
Радиосвязь, радиовещание и телевидение	РТ	-
Пожарная сигнализация	ПС	-
Охранная и охранно-пожарная сигнализация	ОС	-
Наружные газопроводы	ГСН	-
Газоснабжение (внутренние устройства)	ГСВ	-
Антикоррозионная защита технологических аппаратов, газоходов и трубопроводов	АЗО	-
Тепловая изоляция оборудования и трубопроводов	ТИ	-
Автоматизация комплексная	АК	При объединении рабочих чертежей автоматизации различных технологических процессов и инженерных систем
<p>Примечания</p> <p>1 При необходимости могут быть назначены дополнительные марки основных комплектов рабочих чертежей. При этом в марку рекомендуется включать не более трех прописных букв русского алфавита, соответствующих, как правило, начальным буквам наименования основного комплекта рабочих чертежей.</p> <p>2 При необходимости марки основных комплектов рабочих чертежей допускается обозначать буквами латинского алфавита или цифровыми кодами в соответствии с правилами, установленными в стандартах организаций.</p>		

Правила разделения ЦИМ

ЦИМ разделяют для обеспечения доступа и коллективной работы над проектом многодисциплинарной проектной группы. Структуру данных при разделении ЦИМ организуют с учетом структуры проектной документации по разделам или комплектам марок чертежей рабочей документации, вида объекта строительства и особенностей реализации конкретного программного обеспечения по коллективному доступу к данным ЦИМ. Если участники многодисциплинарной группы находятся в разных географических пунктах, то может потребоваться учет их удаленности.

По признаку дисциплинарности ЦИМ целесообразно разделять на архитектурную, конструктивную и инженерную части. В архитектурной части разделение ведется по зданиям (сооружениям), секциям, этажам (группам этажей). Конструктивную часть разделяют по зданиям (сооружениям), деформационным швам, захваткам железобетонных и металлических конструкций. Инженерная часть разделяется на системы по их функциональному назначению (в соответствии с комплектами марок чертежей рабочей документации, см. табл. 2), по зданиям (сооружениям), секциям, этажам (группам этажей), или их функциональным зонам и/или ориентации относительно частей света.

Формирование сводной цифровой модели

Как уже указывалось, сводные цифровые модели создают для проверки, оценки и согласования принятых технических решений. Цифровые модели, совмещаемые в одну сводную модель, должны иметь одинаковые координаты, а также фактические размеры в совмещаемой среде. Сводная цифровая модель, имеющая сложную вложенную структуру, должна совмещаться последовательно: от цифровой модели с наименьшим числом элементов к цифровой модели с наибольшим числом элементов.

Базовое направление: Строительство.

Общие положения

Правила по информационному моделированию в процессе строительства изложены в разделе 9 СП 333.1325800.2017. «Информационное моделирование в строительстве. Правила формирования информационной модели объектов на различных стадиях жизненного цикла» и в разделах 4-11 СП 301.1325800.2017. «Информационное моделирование в строительстве. Правила организации работ производственно-техническими отделами».

Правила распространяются на строительство новых, реконструкцию и снос существующих зданий и сооружений, возводимых на основании разрешения на строительство, полученного в установленном порядке (далее – строительство), а также на благоустройство и инженерную подготовку территорий. Работы с использованием информационного моделирования организуются подразделениями подрядчика, обеспечивающими производственное и техническое управление процессом строительства – производственно-техническими отделами (ПТО).

Цели и задачи применения информационного моделирования должны быть определены заказчиком и зафиксированы в требованиях к ЦИМ. В процессе строительства задачи могут корректироваться подрядчиком по согласованию с заказчиком. В общем случае ЦИМ на стадии строительства применяется для планирования, анализа и контроля производства строительно-монтажных работ, поставки материалов и оборудования, выполнения контрольных мероприятий и мероприятий по соблюдению техники безопасности.

Управление процессом строительства на основе строительной ЦИМ обеспечивает возможности:

- в планировании –
 - ✓ запись, хранение и распространения информации;
 - ✓ постановку производственных задач;
 - ✓ своевременное исполнение процессов актуализации, внесения изменений и фактических данных;
 - ✓ фиксацию комментариев и решений;
 - ✓ выполнение автоматизированной проверки графика на коллизии до начала выполнения работ.
- при анализе хода работ–
 - ✓ автоматизированной подготовки планов поставки материально-технических ресурсов на объекты строительства;

- ✓ быстрой и качественной оценки альтернативных вариантов монтажа элементов и оборудования объекта строительства с наглядным представлением процесса и проверкой каждого варианта на отсутствие коллизий;
- ✓ оперативного выявления и прогнозирования отставания от календарного плана.
- при контроле –
 - ✓ ведение оперативного контроля и мониторинга
 - выполнения заданий;
 - соответствия выполненных работ проектным решениям;
 - фактического положения
 - смонтированных элементов;
 - складироваемых материалов и оборудования.

Действия по управлению ИСП должны осуществляться с применением строительной модели (ЦИМ объекта на стадии строительства). Строительную модель разрабатывает подрядчик. Для организации ее разработки в ПТО подрядчика передается проектная (выполненная до стадии строительства) ЦИМ.

Требования к формированию цифровой модели процесса строительства (строительной модели)

Для подготовки модели строительства необходимо наличие проектной ЦИМ возводимого объекта и модели строительной площадки. Заказчик передает в ПТО проектную модель до начала производства работ. Она должна соответствовать требованиям раздела 8 [8]. Основные требования к проектной модели:

- модель и ее элементы должны быть выполнены в едином масштабе с разделением элементов на функциональные классы с минимальной структурой:
 - ✓ архитектурные элементы;

- ✓ конструктивные элементы;
- ✓ инженерное оборудование и сети инженерно-технического обеспечения;
- ✓ строительная площадка;
- ✓ строительная техника и приспособления;
- должна быть возможность редактирования наборов и значений атрибутов элементов проектной модели и заполнения их значений на различных этапах и стадиях проекта;
- должны отсутствовать коллизии между архитектурными и конструктивными элементами и с инженерными системами и подсистемами;
- должны быть определены:
 - ✓ в каждой системе – иерархия подсистем и элементов;
 - ✓ для каждого элемента – информация о поставщике, стоимости материалов и работ;
 - ✓ для всех монтируемых на строительной площадке систем, элементов – технология монтажа;
 - ✓ для всех систем, элементов, производимых вне строительной площадки – технология производства.

Вкратце основные требования к проектной модели сводятся к следующему. ЦИМ объекта должна содержать все основные элементы: фундаменты, стены, перекрытия, опоры, балки, крышу, перегородки, лестницы, окна, двери, инженерные системы и оборудование. Элементы ЦИМ должны иметь габаритные размеры, соответствующие фактическим и должны быть смоделированы по каждому этажу/уровню/строительной отметке отдельно.

В модель строительной площадки в зависимости от решаемых задач включаются:

- исходный рельеф местности (до подготовительных работ),
- котлован и движение земляных масс нулевого цикла,

- временные здания и сооружения,
- основные типы используемых монтажных и грузоподъемных механизмов,
- временные дороги и сети,
- ограждения,
- внешние инженерные сети, в том числе:
 - ✓ подлежащие выносу,
 - ✓ временные,
 - ✓ вновь сооружаемые постоянные.

Цифровые модели объекта и строительной площадки объединяют в сводную цифровую модель. С ней может быть интегрирован календарно-сетевой график строительства, разработанный в системе календарно-сетевого планирования. Для этого элементы ЦИМ привязывают при помощи специализированных программных продуктов к видам работ и визуализируют последовательность строительно-монтажных работ во времени и пространстве. Модель с интегрированным графиком строительства используется для оптимизации его и логистики, выявления пространственно-временных пересечений на строительной площадке, формирования недельно-суточных заданий, план-фактного анализа строительства и в других целях.

Работа ПТО подрядчика с применением технологии информационного моделирования

Для технической реализации технологии информационного моделирования в структуре ПТО создается группа информационного моделирования (далее – ГИМ). Квалификация персонала группы должна соответствовать профессиональному стандарту по [9]. Для каждого ИСП в ПТО назначается руководитель проекта. Им разрабатывается регламент взаимодействия участников процесса строительства в рамках ответственности производственно-технических отделов (далее – регламент). Регламент содержит обязательные разделы с описанием:

- процессов планирования строительства;
- процессов управления строительством с применением строительной модели и контроля выполненных работ;
- правил доступа к строительной модели.

В регламенте описываются действия всех участников процесса строительства в соответствии с их ролями, которые определены приложениями А и Б [10].

Подготовительная работа ПТО

ГИМ ПТО проверяет проектную модель на соответствие требованиям и разрабатывает строительную модель. Затем ПТО передает организациям - исполнителям работ информацию о закрепленных заданиях на производство работ, фиксирует факт получения, контролирует срок согласования или выдачи замечаний и получает согласования и данные о трудоемкости, длительности, ограничениях в отношении каждого задания.

Организации – исполнители работ в установленный регламентом срок согласуют или вырабатывают замечания к заданиям на производство работ. ПТО в установленный срок принимает либо отклоняет замечания организаций – исполнителей работ, формирует итоговый перечень заданий на производство работ и рассылает на ознакомление организациям – исполнителям работ. Далее ПТО формирует спецификации на поставку ресурсов (материалов, оборудования, персонала, техники) согласно строительной модели.

Производственно-техническое управление строительством и контроля выполненных работ с применением строительной модели

ПТО определяет три уровня планирования – долгосрочное, среднесрочное и оперативное. Руководитель ИСП устанавливает конкретную продолжительность для каждого уровня планирования. На основании согласованных заданий на производство работ ПТО формирует и передает в организации – исполнители работ долгосрочные и среднесрочные задания на

производство работ. На основании полученных среднесрочных заданий организации – исполнители работ формируют и отправляют на ознакомление в ПТО оперативные задания на производство работ. В них указываются непосредственные исполнители, конкретное время производства работ, необходимая техническая и (или) технологическая документация и правила техники безопасности.

ПТО устанавливает три уровня соблюдения плановых сроков – «зеленый» (соблюдение плановых сроков), «желтый» (отклонение от плановых сроков), «красный» (критичное отклонение от плановых сроков). Руководитель ИСП устанавливает конкретные значения процентных отклонений для определения уровня соблюдения плановых сроков.

ПТО контролирует:

- соответствие оперативных заданий на производство работ среднесрочным заданиям на производство работ;
- качество выполнения оперативных заданий по завершении установленного периода оперативного планирования;
- сроки выполнения оперативных заданий по завершении установленного периода оперативного планирования.

Задание не считается выполненным, если не пройден контроль качества строительно-монтажных работ.

При «зеленом» уровне соблюдения плановых сроков ПТО выдает организациям – исполнителям работ следующие по очереди (в соответствии с графиком) среднесрочные задания на производства работ. При «желтом» уровне соблюдения плановых сроков ПТО корректирует и выдает организациям – исполнителям работ следующие по очереди (в соответствии с графиком) среднесрочные задания на производства работ. При «красном» уровне соблюдения плановых сроков ПТО выносит на рассмотрение руководителя ИСП вопрос о необходимых мерах. После определения необходимых мер корректируются долгосрочные и среднесрочные задания на

производство работ. Далее ПТО выдает организациям – исполнителям работ следующие среднесрочные задания производства работ.

По мере выполнения и приемки работ организации – исполнители работ проводят передачу данных в строительную модель по правилам, изложенным далее в разделе «Правила разработки и требования к строительной модели». Данные хранятся в рабочей версии строительной модели до прохождения контроля ПТО на соответствие требованиям, изложенным далее в разделе «Правила разработки и требования к строительной модели». После прохождения контроля ПТО они передаются в актуальную версию строительной модели.

Правила доступа к строительной модели

Права доступа участников процесса строительства к строительной модели устанавливаются регламентом в соответствии с приложением В [10]. Руководитель ИСП обладает полными правами доступа к строительной модели. При обмене данными между различными участниками процесса строительства должна быть реализована передача точной и полной геометрии и структуры строительной модели, а также всех атрибутов строительной модели посредством файлов, либо таблиц, либо базы данных, или иными методами, обеспечивающими соответствие элементов строительной модели и атрибутивных данных. Информационный обмен со строительной моделью должен осуществляться через открытый формат обмена проектными данными. Дополнительные разделы могут быть внесены в регламент для нормирования работы в особых условиях, связанных со спецификой объекта.

Требования технологий к программному и аппаратному информационного обеспечению применения ЦИМ в процессе строительства

Программное обеспечение для информационного моделирования на стадии строительства используется для:

- проверки строительной модели на ошибки и отклонения от проектной модели объекта;
- просмотра строительной модели здания;
- осуществления документооборота между участниками строительства;
- контроля качества хода строительства.

Программное обеспечение для проверки строительной модели на ошибки и отклонения от проектной модели должно обеспечивать:

- выявление коллизий и проверку на пересечения;
- управление коллизиями и пересечениями;
- формирование структурированного перечня;
- поддержку форматов сторонних производителей;
- возможность проверки технологии производства строительных работ;
- публикацию модели в различных форматах.

Программное обеспечение для просмотра строительной модели здания должно обеспечивать:

- открывание файлов модели для просмотра;
- функции зуммирования, обхода, анализа сечений и просмотра в орбитальном режиме;
- скрывание/отображение слоев, элементов, узлов объекта;
- обеспечение легкого доступа к просмотру для заказчика, клиента, подрядчика и т. д.;
- совместный просмотр модели всеми участниками проекта в режиме реального времени и принятие совместных решений;
- поиск данных по нескольким файлам проекта.

Программное обеспечение для осуществления документооборота между участниками строительства должно обеспечивать:

- управление документами (обмен документами проекта);
- работу в СОД;
- наличие функционала эффективной организации торгов и тендеров;

- обеспечение контроля просмотров и согласования проекта;
- организацию хранения и передачи документов;
- управление документооборотом в СОД;
- контроль качества и безопасности процессов;
- оперативное управление и составление отчетов.

Программное обеспечение для контроля качества хода строительства, должно обеспечивать:

- осуществление строительного контроля в случае применения технологий роботизированного строительного контроля;
- выполнение задач по вводу в эксплуатацию;
- авторский надзор;
- охрану труда и выполнение требований безопасности;
- организацию рабочих процессов и совместной работы;
- формирование отчетности и проведение аналитических работ.

Аппаратное обеспечение включает в себя локальные рабочие станции, мобильные устройства, серверы хранения информации и сетевую инфраструктуру. Оно необходимо для полнофункциональной работы программного обеспечения и выполнения функций по управлению процессом строительства с применением строительной модели.

Правила разработки и требования к строительной модели

Процесс разработки строительной модели представляет собой процесс наполнения новыми атрибутами элементов проектной модели. Строительная модель обеспечивает:

- поддержку процессов принятия решений;
- возможность выполнения сторонами (участниками) задач проекта;
- визуализацию проектных решений;
- верификацию изменений в проектных решениях;

- обеспечение информационной поддержки при планировании и координировании проектов;
- улучшение эффективности строительных процессов;
- повышение уровня охраны труда при строительстве;
- своевременное выявление проблем, мешающих производственному процессу, и принятие оперативных решений по их устранению;
- повышение качества представления и передачи данных проекта для управления объектом при эксплуатации вследствие увеличения полноты информации.

Минимальная структура строительной модели:

- архитектурные элементы;
- конструктивные элементы;
- инженерное оборудование и сети инженерно-технического обеспечения;
- строительная площадка;
- строительная техника и приспособления.

В строительной модели должны указываться следующие атрибуты:

- ответственный за производство работ, период производства работ, исполнитель работ;
- условия техники безопасности при производстве работ;
- способ контроля выполнения работ;
- форма отчета о выполнении работ;
- технические средства производства работ;
- технология производства работ.

Строительная модель должна удовлетворять следующим требованиям:

- должны отсутствовать коллизии между архитектурными и конструктивными элементами и с инженерными системами и подсистемами;
- должны быть определены:
 - ✓ в каждой системе – иерархия подсистем и элементов;

- ✓ для каждого элемента – информация о поставщике, стоимости материалов и работ;
- ✓ для всех монтируемых на строительной площадке систем, элементов – технология монтажа;
- ✓ для всех систем, элементов, производимых вне строительной площадки – технология производства;
- ✓ для всех систем, элементов, основных и вспомогательных зданий – сроки монтажа, размер капитальных вложений;
- должна содержаться информация
 - ✓ о генеральном плане строительства основного и подготовительного периодов строительства, о технологиях монтажа и используемых ресурсах;
- должна позволять сформировывать:
 - ✓ в привязке к плану реализации проекта
 - полную ведомость потребности в строительных материалах и оборудовании;
 - полный график потребности в кадрах строителей по основным категориям, в основных строительных машинах;
 - ✓ в привязке к плану реализации проекта и по подсистемам
 - пакет документов по строительным материалам и по оборудованию;
- для каждой системы и элемента:
 - ✓ пакет документов по работам в привязке к технологии монтажа и/или производства и плану реализации проекта;
 - ✓ график поставки оборудования в соответствии с ожидаемыми сроками производства и поставки оборудования и материалов.

Информационное наполнение строительной модели в ходе строительных работ

С использованием СОД в строительную модель вносят информацию о любых изменениях проектных данных (с указанием причин и ответственных лиц). В рабочий раздел СОД вносят информацию о процессе производства монтажных работ (акты установленной формы), дополнительные фото- и видеоматериалы (не в обязательном порядке), данные об ответственных лицах. В рабочий раздел СОД вносят информацию об определении мест хранения материалов и оборудования, параметры мест хранения, времени хранения, ответственных лицах.

Организация, ответственная за управление, должна разместить следующие материалы:

- в публичном разделе СОД –
 - ✓ каталог строительных машин, механизмов и оснастки с их цифровыми информационными моделями, пригодными для использования в рамках визуального плана – графика и визуальных технологических карт;
 - ✓ визуальные технологические карты;
 - ✓ каталог (интегрируемый со строительной моделью) трудовых ресурсов с детализацией до профессии и специализации, в некоторых случаях с указанием стоимости ресурса в час; стандарт применяемых технологий информационного моделирования;
 - ✓ актуальную строительную модель объекта.
- в рабочем разделе СОД –
 - ✓ долгосрочные, среднесрочные и оперативные задания на производство работ;
 - ✓ графики поставки материально-технических ресурсов на объекты строительства, привязанные к работам календарно-сетевому графику;
 - ✓ графики закупок материально-технических ресурсов, работ и услуг, сформированные на основе календарно-сетевому графику;
 - ✓ графики освоения капиталовложений и финансирования, согласующиеся с календарно-сетевым графиком;

- ✓ рабочую версию строительной модели.

Формирование и передача ЦИМ «Исполнительная» после завершения строительных работ

ЦИМ «Исполнительная» представляет собой наполненную в ходе возведения объекта модель его завершенного строительства на стадии сдачи в эксплуатацию. Ее формирует ГИМ ПТО подрядчика на основании строительной модели, на основании которой разрабатывалась рабочая документация, допущенная техническим заказчиком к производству работ. При этом из нее удаляют данные, относящиеся исключительно к производству строительных работ.

ЦИМ «Исполнительная» должна содержать элементы с фактическими размерами и датой фактического выполнения элементов и конструкций. В нее также вносят корректировки, зафиксированные в исполнительной документации, с данными о фактически выполненных объемах работ, использованных конструкциях, согласованных изменениях и др. ЦИМ «Исполнительная» должна содержать и документальное подтверждение выполнения работ и корректировок: акты ввода в эксплуатацию, акты освидетельствования выполненных и скрытых работ, протоколы согласования изменений, исполнительные схемы и др. Текстовые и графические материалы исполнительной документации, а также иные документы сканируются и передаются заказчику (застройщику) совместно с цифровой моделью «Исполнительная» в электронном виде. Руководитель ИСП подписывает передаваемую исполнительную модель электронной подписью.

При прекращении строительства объекта до его завершения ГИМ ПТО подрядчика формирует строительную (не исполнительную) модель, в которой учитывается объем фактически выполненных работ на момент консервации (прекращения) строительства.

Базовое направление: Эксплуатация.

Формирование информационных моделей при эксплуатации

Правила по информационному моделированию материальных активов, связанных с капитальным строительством (далее – активов), в процессе их эксплуатации, изложены в разделе 10 [8] и в [11]. Требования организации – собственника объекта или эксплуатирующей организации к информации, включаемой в состав ЦИМ «Эксплуатационная» (ЭЦИМ), должны быть определены и зафиксированы.

Применение ЭЦИМ обеспечивает:

- снижение затрат на этапе ввода объекта в эксплуатацию за счет автоматизированной передачи точной, полной и однозначной информации об активе его владельцу;
- повышение качества планирования в процессе эксплуатации на основе полной и точной информации об активах;
- повышение точности определения расходов на эксплуатацию и техническое обслуживание активов, на основе фактической информации об их производительности и состоянии;
- поддержание надлежащего уровня
 - ✓ надежности активов (минимизация простоев, отказов, падения эксплуатационных характеристик оборудования) за счет качественного информационного обеспечения процессов их эксплуатации и технического обслуживания;
 - ✓ безопасности эксплуатации за счет организации оперативного доступа к требуемой для принятия решений информации в случае аварий и нестандартных ситуаций.

Поэтому эксплуатация объекта капитального строительства, принятого заказчиком, на основе ЭЦИМ, должна стать составной частью управления активом (материальной, физической частью актива). Для этого

информационно-управляющими системами эксплуатирующей организации (или собственника актива) должно обеспечиваться использование строительной ЦИМ «Исполнительная» объекта, если таковая имеется в наличии. Управление активами включает в себя реализацию всех функций и инструментов собственника актива или эксплуатирующей организации для мониторинга состояния актива и принятия решений:

- по осуществлению работ планового и/или внепланового обслуживания от генерации заявок и нарядов на проведение работ до регистрации фактически осуществленных мероприятий;
- по реконструкции или техническому перевооружению;
- по выводу из эксплуатации, ликвидации и утилизации.

ЦИМ «Исполнительная» преобразуется в ЭЦИМ путем исключения из нее избыточных данных по отношению к задачам управления эксплуатацией объекта, на этапе сдачи актива в эксплуатацию. При отсутствии проектной и строительной моделей актива ЭЦИМ может быть разработана на основе данных инженерных изысканий, рабочей, конструкторской, исполнительной и имеющейся эксплуатационной документации. ЭЦИМ должна обеспечивать:

- целостность данных и информации, необходимой для реализации всех бизнес-процессов, связанных с управлением активами/эксплуатацией завершеного объекта капитального строительства;
- доступность информации для участвующего в реализации бизнес-процессов, связанных с эксплуатацией объекта завершеного строительства, персонала организации – собственника объекта или эксплуатирующей организации, управляющей активом.

Общие положения

Собственник объекта или эксплуатирующая организация управляют активами в соответствии со своими политиками, целями, стратегическими планами. Задачи сбора, анализа, долговременного хранения и управляемого использования точной информации об активах, накопленной в течение их

жизненного цикла, должны решаться средствами информационного моделирования. ЭЦИМ должна полностью соответствовать по своему составу и атрибутивным характеристикам реальному физическому активу.

Основное назначение ЭЦИМ – быть единственным источником актуальных и проверенных данных и информации об активе для всех заинтересованных лиц. ЭЦИМ должна отражать текущее состояние соответствующего физического актива. Информация обо всех изменениях, вносимых в конфигурацию актива в процессе его эксплуатации по результатам технического обслуживания, ремонтов, реконструкций и модернизаций, а также актуальная документация об активе должны своевременно вноситься в его ЭЦИМ. Качество информации в ЭЦИМ должно быть:

- достаточным для принятия решений по управлению активом;
- соответствовать нуждам актива по
 - ✓ эксплуатации,
 - ✓ техническому обслуживанию,
 - ✓ управлению.

ЭЦИМ актива используется для поддержки следующих видов деятельности организации:

- разработка планов и стратегии управления активом;
- реализация планов управления активом;
- управление жизненным циклом актива;
- управление знаниями об активе;
- управление предприятием и его человеческими ресурсами;
- управление рисками и их анализ.

Состав эксплуатационной информационной модели

Все данные и информация, необходимые для эксплуатации актива, должны содержаться в ЭЦИМ или быть связаны с ней. В состав ЭЦИМ актива должны входить:

- исполнительная 3D модель (включая атрибуты);
- проектная и рабочая документация;
- исполнительная документация;
- эксплуатационная документация.

Конкретный состав данных, информации и документов, включаемых в состав ЭЦИМ, должен определяться организацией - собственником объекта или эксплуатирующей организацией самостоятельно, исходя из ее требований к информации. Отдельные компоненты ЭЦИМ должны быть взаимосвязаны между собой. Также необходимы двусторонние интерфейсы обмена данными между ЭЦИМ и другими информационными системами, используемыми в эксплуатации актива, например, с системами:

- электронного документооборота;
- календарно-сетевого планирования;
- управления материалами, запасами и закупками;
- бухгалтерского учета и финансового планирования;
- оценки стоимости владения активами;
- автоматизированного проектирования;
- мониторинга технического состояния оборудования;
- геоинформационными.

Организация процесса управления информацией об активе

Организация - собственник объекта или эксплуатирующая организация должны определить, зафиксировать и обеспечивать выполнение своих требований к информации в целях удовлетворения потребностей своей системы управления активами и других организационных функций. Данные требования должны учитываться внешними подрядными организациями и штатными подразделениями эксплуатирующей организации в процессе информационного обмена. Организация должна иметь собственные нормативные документы по

разработке, актуализации и использованию ЭЦИМ. В них должны быть определены:

- требования к составу и форматам информации и документов, включаемых в состав ЭЦИМ;
- роли и обязанности специалистов по управлению информацией об активах, разработке и актуализации ЭЦИМ;
- процессы и процедуры по управлению, использованию и обмену информацией об активах;
- риски, относящиеся к управлению информацией, и мероприятия по их минимизации.

Процесс управления информацией должен включать:

- разработку схемы управления, обеспечивающей эффективное управление информацией как ресурсом организации;
- разработку требований к информации, определяемых системой управления активами организации;
- формализацию требований к процессам обмена информацией с ЭЦИМ актива;
- определение способов создания, получения, анализа, хранения, распространения, архивации и формирования отчетности об информации и данных, входящих в состав ЭЦИМ актива;
- определение интерфейсов обмена данными и информацией между ЭЦИМ и другими информационными системами, используемыми организацией;
- разработку процесса технического сопровождения ЭЦИМ и механизмов контроля ее качества, включая контроль ссылочной целостности, данных и информации в составе информационной модели актива (ИМА).

Среда общих данных

Для обеспечения эффективной работы с информацией в составе ЭЦИМ СОД должна обеспечивать:

- загрузку подготовленных для публикации в составе ЭЦИМ данных и документов, их проверку на соответствие предъявляемым требованиям, автоматическое формирование отчетов по выявленным недостаткам;
- интеграцию данных в единую информационную модель;
- упорядоченное безопасное хранение информации в составе ЭЦИМ в течение всего жизненного цикла актива;
- предоставление управляемого доступа заинтересованным лицам к данным в составе ЭЦИМ;
- обеспечение заинтересованных лиц инструментами поиска и анализа требуемых данных и документов;
- формирование отчетности по содержимому.

Управление информацией в составе ЭЦИМ осуществляется с использованием СОД, в состав которого могут входить серверное оборудование, каналы связи, файловые системы поиска и другие программно-технические средства. СОД служит единым источником информации по каждому активу, используемому для сбора, управления и распространения всех значимых и одобренных файлов, документов и данных для использования заинтересованными лицами в рамках управляемого процесса.

СОД должна включать в себя области хранения данных:

- "В работе" – для сбора неподтвержденной информации в границах зон ответственности отдельных подразделений или внешних подрядчиков;
- "Общий доступ" – для публикации информации, утвержденной для использования отдельными подразделениями собственника объекта, эксплуатирующей организации или внешними подрядчиками;
- "Опубликовано" – для публикации проверенной и утвержденной информации, одобренной для использования всеми заинтересованными сторонами;
- "Архив" – для хранения неактуальной и замененной информации.

Передача информации между областями "В работе", "Общий доступ" и "Опубликовано" должна осуществляться посредством реализации процедур ее проверки, рассмотрения и утверждения. Доступ к информации СОД должен регулироваться в соответствии с принятыми в организации политиками информационной безопасности.

2. СИСТЕМЫ ОТОПЛЕНИЯ И ВЕНТИЛЯЦИИ В “УМНЫХ ДОМАХ”

Основная идея “умного дома” заключается в максимальном использовании возможностей автоматизированного управления энергозатратами на его функционирование. В смысле сокращения затрат эта идея близка к концепции “зеленого” здания или “зеленого” строительства зданий как среды обитания человека, отвечающих требованиям комфортности, энергоэффективности, экологичности и защиты окружающей среды [12] в соответствии с принципами устойчивого развития. “Зеленые” системы рейтинговой оценки зданий учитывают комфортность среды проживания, степень сокращения потребления традиционных и использования нетрадиционных, возобновляемых и вторичных энергетических ресурсов, экономию материальных ресурсов и снижение вредного воздействия на окружающую среду в процессе строительства и эксплуатации здания и придомовой территории, при адекватной экономической рентабельности архитектурных, конструктивных и инженерных решений.

Из существующих стандартов “зеленого” строительства наиболее распространены:

- LEED – руководство по энергетическому и экологическому проектированию (США);
- BREEAM – метод экологической экспертизы (Великобритания);
- DGNB – сертификат устойчивого строительства (Германия).

В России на настоящее время разработана рейтинговая система оценки «СТО НОСТРОЙ 2.35.4–2011 “Зеленое строительство”. Здания жилые и общественные. Рейтинговая система оценки устойчивости среды обитания». Согласно данному стандарту устойчивость среды обитания оценивается совокупностью десяти базовых категорий, каждая из которых представлена группой определяющих ее критериев, включая архитектуру, комфорт и качество внешней среды, комфорт и экологию внутренней среды, энергосбережение и энергоэффективность. В совокупности для проведения

оценки выделено 46 критериев [13]. Инженерных систем непосредственно касаются категории «Комфорт и экология внутренней среды», «Энергосбережение и энергоэффективность», «Применение альтернативной и возобновляемой энергии». Стандарт выстроен так, что использование оптимального автоматического управления и контроля параметров приводит к максимальной оценке критерия. Так, например, по п. 19 категории «Комфорт и экология внутренней среды» предполагается назначение от 10 до 20 баллов за мероприятия оптимизации параметров микроклимата по температуре, влажности, воздухообмену; причем максимальный балл предусмотрен при возможности индивидуального или автоматического регулирования, а минимальный назначается при отсутствии такой возможности. Аналогично по п. 23 «Контроль и управление системами инженерного обеспечения здания» (1–15 баллов) при наличии централизованной системы управления зданием (BMS) с возможностью индивидуального (зонального) регулирования назначается 15 баллов, а при наличии локальных систем автоматизации систем инженерного обеспечения - 5 баллов. По критериям категории «Энергосбережение и энергоэффективность» баллы рейтинговой оценки назначаются за снижение потребления тепловой (от 5 до 25 баллов) и электрической энергии (от 3 до 55 баллов). При этом по электроэнергии баллы назначаются отдельно за снижение потребления инженерными системами, освещением и системами кондиционирования. Отдельным пунктом оцениваются мероприятия по снижению потребления первичной энергии, т.е. энергии, заключенной в топливно-энергетических ресурсах [14].

Таким образом, использование технологий “умный” дом вместе с “зеленым” строительством в применении к системам обеспечения и управления микроклиматом здания заключается в увеличении эффективности их работы, с точки зрения снижения энерго- и ресурсопотребления и вредных для природы выбросов без снижения комфортности проживания его обитателей.

Способы увеличения эффективности работы систем

Снижение нагрузок на отопление и охлаждение. Важным шагом для максимизации эффективности ОВК в здании является снижение нагрузки на отопление и охлаждение [15]. Самым простым способом снижения тепловыделений (и соответственно нагрузок систем охлаждения) является установка более эффективного освещения и электроники. Лампа накаливания создает большое количество тепла. Современное энергосберегающее флуоресцентное и светодиодное освещение обеспечивает такое же качество света при меньшей теплоотдаче. Компьютеры, серверы, другая бытовая и промышленная электроаппаратура также создают значительные тепловыделения и часто могут быть заменены более энергосберегающим оборудованием. Темные цвета снаружи здания увеличивают поглощение солнечного тепла, увеличивая нагрузку на системы ОВК.

Уменьшение нагрузки на охлаждение и отопление может быть достигнуто путем установки лучшей теплоизоляции и более эффективных оконных конструкций и узлов их примыкания к ограждающим конструкциям, исключения ненормированной инфильтрации и эксфильтрации. Помещения в здании часто нуждаются в охлаждении не только летом, но и в переходные периоды года, когда температура и влажность наружного воздуха достаточно низки, чтобы обеспечить охлаждение без использования холодильного оборудования (“естественное охлаждение” или “фрикулинг”). Аналогично, отопление в эти периоды может зачастую обеспечиваться использованием рекуперации вытяжного воздуха.

Точное определение типоразмеров оборудования. Чрезвычайно важно точное определение типоразмеров оборудования и размеров трубопроводов и воздухопроводов систем ОВК. Они рассчитываются по требованиям нормативов практически на максимальные для данного климатического района нагрузки по нагреву и охлаждению, и кроме того, проектировщик закладывает некоторый запас мощности по заданию заказчика или по собственному усмотрению.

Поэтому элементы систем отопления, вентиляции и кондиционирования воздуха часто имеют гораздо бОльшие типоразмеры, чем это реально необходимо. При использовании неавтоматизированного или плохо автоматизированного оборудования это приводит к чрезмерному расходованию энергии и дискомфорту вследствие перегрева или переохлаждения помещений. Если же типоразмеры оборудования уменьшить произвольно, то могут возникнуть затруднения с обеспечением нормативных условий в помещении. Уменьшение размеров трубопроводов и воздухопроводов систем ОВК, приводя к снижению инвестиций вследствие экономии материальных ресурсов при строительстве, приводит к увеличенным энергозатратам на стадии эксплуатации и технического обслуживания за счет увеличенного сопротивления перемещению рабочей среды, а также к снижению комфорта из-за повышенного шума таких систем. В современных программных комплексах BIM обычно закладываются методики расчетов по оптимальным значениям удельных потерь давления или скоростей движения воды или воздуха.

Здесь также нужно отметить, что для повышения энергоэффективности работы система должна рассматриваться в целом, а не как совокупность отдельных деталей или компонентов. Например, в системе кондиционирования «чиллер-фэнкойл» чиллер является основным компонентом и основным потребителем энергии. Однако простой выбор высокопроизводительного чиллера еще не гарантирует высокую производительность системы в целом. Такое вспомогательное оборудование, как вентиляторы, фэнкойлы, воздухораспределители, также оказывает существенное влияние на общую эффективность. Неэффективное вспомогательное оборудование вдобавок к плохо спроектированной и установленной системе могут свести на нет ее общую эффективность. Например, при размещении вентиляторов, воздухозаборных и выхлопных устройств должны быть исключены ограничения потоку воздуха. Наружные блоки кондиционеров должны располагаться достаточно далеко друг от друга, чтобы предотвратить рециркуляцию тепла, но максимально близко к внутренним блокам.

Последовательность работы систем. Системы ОВК работают по заранее определенной последовательности операций. Последовательность работы имеет решающее значение для эффективности систем ОВК, так как по последовательности операций будет определяться взаимодействие системных компонентов. Например, система ОВК обычно срабатывает, когда термостат определяет, что температура воздуха в помещении отличается от заданной температуры термостата. Когда это происходит, контакты в термостате замыкаются и управляющее напряжение подается на клеммы платы управления, что приводит к запуску вентилятора. Затем плата управления подает управляющее напряжение на конденсатор, заставляя реле замкнуть контакты. Тогда на компрессор подается питание, и он повышает давление газообразного хладагента в системе, необходимое для прохождения последнего через теплообменник конденсатора. В конденсаторе хладагент охлаждается и конденсируется в жидкость, и затем закачивается в испаритель через регулирующее поток дросселирующее устройство, что приводит к снижению давления хладагента. Циркуляция воздуха в теплообменнике испарителя обеспечивается вентилятором. Переданное от воздуха к хладагенту тепло нагревает хладагент до температуры выше точки кипения. Вновь перешедший в газообразное состояние хладагент снова попадает в конденсатор. Процесс будет повторяться до тех пор, пока температура не установится на требуемом уровне. После этого контакты будут разомкнуты через термостат, и управляющее напряжение, подаваемое в печь или кондиционер, отключится.

Эксплуатация. Размещение определенных компонентов также влияет на частоту обслуживания системы. Без обслуживания систем отопления, вентиляции и кондиционирования воздуха невозможно поддерживать их эффективность и производительность, а для его проведения требуется достаточное пространство. Переполненное оборудованием техническое пространство затрудняет работу персонала, и вероятность того, что обслуживание будет регулярным, уменьшается. Для операций замены фильтров, и менее частых, но также достаточно регулярных замен ремней,

валов, подшипников и катушек, компрессоров, вентиляторов, регулярность осмотров и технического обслуживания имеют значение, если поставлена задача обеспечить максимум эффективности жизненного цикла системы.

Вытесняющая вентиляция. Концепция «вытесняющая вентиляция» может значительно повысить эффективность систем ОВК и проветривания помещения. Традиционная вентиляция (смешивающего типа) создает постоянную смесь воздуха среднего качества, перемешивая турбулентный поток свежего воздуха с отработанным воздухом, который наполнен вредными выделениями от различных источников – людей, оборудования, отделочных и строительных материалов. В вытесняющей вентиляции медленно движущийся поток свежего воздуха подается непосредственно в рабочую зону так, чтобы вытеснить отработанный воздух под потолок, а затем удалить его из помещения через вытяжные решетки. Это создает два качественных уровня воздуха в комнате: свежий прохладный воздух в нижней (рабочей) части и отработанный теплый воздух в верхней части. При этом возникает естественная конвекция: холодный воздух, охлаждая людей и отбирая тепло от оборудования, поднимается по мере того, как сам нагревается. Вытесняющая вентиляция существенно повышает комфорт в рабочей зоне, однако ее преимущества на стадиях ЖЦ обоснования инвестиций, проектирования и монтажа весьма спорны, поскольку для подачи воздуха с низкими скоростями и небольшой рабочей разностью температур необходимо сооружать достаточно громоздкие вентиляционные системы. С другой стороны такие системы эффективны на эксплуатационной стадии ЖЦ, поскольку могут наиболее быстро и гибко реагировать на изменение окружающих параметров. К примеру, при покидании человеком рабочей зоны такая система может резко снижать количество подаваемого в зону дыхания свежего воздуха, что значительно сократит энергопотребление.

Управление ОВиКВ. Системы ОВК должны контролировать переменные параметры системы и ее компонентов. Это давление и расход жидкости и газа,

температура и влажность воздуха, а также скорость и состояние включения / выключения механического оборудования.

Ряд инструментов и терминальных устройств, доступных на полевом уровне (нижнем уровне, field level), используются для сбора данных и управления в системе. Системные контроллеры используют входные данные и данные от сенсорных устройств для принятия решений о системе, а затем управляют исполнительными устройствами на основе входной информации. Датчики и передатчики включают в себя термостаты, передатчики дифференциального давления жидкости для насосов и чиллеров, датчики дифференциального давления для жидкостей и потока воздуха, датчики статического давления, датчики давления воздуха и датчики влажности. Примером исполнительного механизма или оператора является привод, который установлен на валу заслонки и запускает начало ее работы.

Операция может быть начата температурным датчиком, который при обнаружении отклонения температуры от заданного значения сигнализирует об этом контроллеру, после чего контроллер посылает сигнал исполнительному механизму на включение двигателя, который открывает или закрывает заслонку. Эти устройства могут взаимодействовать друг с другом или с контроллером аналоговыми или цифровыми сигналами. Аналоговые входные сигналы на контроллер могут представлять собой непрерывно изменяющийся сигнал от внешнего устройства или датчика, такого как датчик температуры. Цифровые входные сигналы контроллера – это просто сигналы с двумя возможными состояниями (включен/выключен), поступающие от внешних устройств или датчиков, таких как выключатель. Аналоговые выходные сигналы контроллера являются пропорциональными переменными сигналами, посылаемыми контроллером для настройки исполнительного механизма или внешнего устройства управления, такого как привод клапана. Цифровой выход от контроллера представляет собой двухпозиционный сигнал от контроллера к приводу, например, выключатель пуска-останов реле вентилятора. Большинство полевых устройств и оборудования для систем автоматизации

зданий взаимодействует на низких скоростях сети, обычно менее 1 Мбит/с. Сеть связи для системы автоматизации зданий обычно находится в физической топологии «звезда» или «шина» от контроллера. Старые системы управления системой отопления, вентиляции и кондиционирования воздуха обеспечивались электрическим или пневматическим оборудованием. Однако прямое цифровое управление (DDC - direct digital control) обычно используется в более сложных системах ОВК. DDC позволяет системному контроллеру вычислить последовательность операций на основе цифрового входа от системных датчиков. Являясь цифровыми средствами управления, DDC способны производить аналого-цифровые и цифро-аналоговые преобразования. В отличие от электрического или пневматического управления, DDC может быть запрограммирован для любой последовательности операций.

Контроллеры могут называться по-разному: ведущий, ведомый, терминал, этаж и другие. Архитектура сетевой системы ОВК обычно состоит из следующих сетевых уровней:

- Уровень управления
- Контроллеры уровня системы или уровня здания
- Контроллеры нижнего (полевого) уровня

Уровень управления

Высшим уровнем системы управления ОВК является уровень управления, состоящий из персональных компьютеров, подключенных через сеть Ethernet. Эти рабочие станции оператора могут взаимодействовать, опрашивать и контролировать любые контроллеры и устройства в сети. Уровень управления обеспечивает множество функций:

- администрирование и управление системой ОВК;
- программирование для системы и других контроллеров, включая последовательности работы;
- отображение системной информации;

- системные отчеты;
- системное планирование;
- архивирование и анализ собранных данных;
- резервное копирование баз данных контроллера;
- отчеты и анализ аварийных сигналов;
- анализ тенденций.

Система ОВК обычно управляется рабочей станцией сервера и ПК оператора, с использованием стандартных операционных систем, специальных программных приложений ОВК, графического интерфейса и доступа в Интернет. Система управления ОВК может быть сопряжена или интегрирована с системой пожарной сигнализации, видеонаблюдения, контроля доступа и управления освещением. Система ОВК также является важной частью системы управления оборудованием и обслуживанием, в первую очередь для отслеживания параметров климата и управления ими, и для оптимизации использования энергии.

Контроллеры системного уровня или уровня здания

Контроллеры системного уровня или уровня здания подключены к уровню управления. В системном окружении, например, университетского городка, контроллеры уровня здания могут подключаться через сеть кампуса к уровню управления системой управления ОВК. Эти контроллеры могут напрямую управлять оборудованием ОВК (как правило, вентиляционными установками) или косвенно через сетевые контроллеры нижнего уровня. Контроллеры уровня системы обрабатывают операции всех контроллеров на нижнем полевым уровне, собирают и поддерживают данные и могут работать как автономные блоки, если связь потеряна на уровне управления. Системные контроллеры имеют одноранговую связь с другими контроллерами.

Контроллеры полевого уровня

Контроллеры полевого уровня обслуживают этажи здания, а также конкретные области, приложения и устройства. Они ограничены как по функциональности, так и по возможностям подключения. В эту группу входят контроллеры DDC, механические контроллеры и контроллеры приложений.

Контроллеры DDC могут поддерживать несколько приложений, определенные сети устройств или конкретный компонент оборудования, например, блок кондиционирования воздуха. Контроллер DDC обычно имеет встроенную память, операционную систему и базу данных. Как DDC, так и механические контроллеры выполняют управление с помощью алгоритмов управления. Например, контроллер может измерять температуру или влажность в определенной части здания и на основе измерения напрямую производить охлаждение, нагрев, увлажнение или осушение в этой части здания.

Некоторые виды механического оборудования, например, устройства для кондиционирования воздуха или чиллеры, могут оснащаться контроллерами полевого уровня и соответствующими приводами в составе оборудования. Системные контроллеры позволяют полевым контроллерам взаимодействовать с другими полевыми контроллерами или группой полевых контроллеров, а также иметь доступ к базам данных и программам. Контроллеры DDC могут также использовать удаленные контроллеры специального назначения (ASC - application-specific controllers) для таких устройств, как регулируемые воздухораспределители (VAV[Variable air volume]-terminals).

Системы управления ОВКВ развиваются для использования интеллектуальной инфраструктуры здания. Это относится к уровню управления системой ОВК и расширяется или спускается до сетевой иерархии на системном и полевом уровне. Принятие ATSI/TIA/EIA-862 адресно-структурированной инфраструктуры для систем автоматизации зданий позволяет использовать стандартную неэкранированную витую пару медных кабелей и волоконно-оптические кабели, которые будут использоваться во всей системе управления HVAC.

Хотя протокол IP-сети может использоваться на уровне управления, протоколы BACnet или LonTalk, вероятно, будут использоваться на других уровнях. Сетевой протокол BACnet (Building Automation and Control network) применяется в системах автоматизации зданий и сетях управления, а протокол LonTalk компании Echelon Corporation оптимизирован под задачи мониторинга и управления для сетевых устройств, взаимодействующих через такие среды коммуникации, как витая пара, линии электропитания, оптоволокно, беспроводные радиочастотные среды. Вместе с тем LonTalk предоставляет маршрутизаторы для перехода от своего собственного протокола к IP, а данные BACnet переносятся на IP со стандартами типа BACnet / IP, что определяет доминирование IP-протокола.

Примеры умных технологий в системах ОВК

Существующие смарт-технологии предлагают способы «повышения интеллекта» в системах ОВК путем их беспроводного присоединения (при помощи WiFi или Bluetooth) к другим устройствам. Например, установка «умного» воздухораспределителя для управления расходом подаваемого или удаляемого из помещения воздуха приведет к уменьшению нагрузок на охлаждение и отопление – такие решетки могут быть настроены на открытие/закрытие по расписанию в разных комнатах. Отопление/охлаждение только используемых в данный момент помещений может снизить потребление энергии до 30%. Кроме того, пользователь уже не оставит включенным термостат системы отопления или кондиционирования, выходя из помещения. Выполнение этой задачи в автоматическом режиме также уменьшает время, затрачиваемое на это пользователем, и увеличивает его комфорт. Удобство использования – современные мобильные технологии позволяют управлять такими системами удаленно, например, включить дополнительный натоп помещений за несколько минут до прибытия в квартиру или перед отходом ко сну.

Умные инженерные системы взаимодействуют не только с пользователем, но и с окружающей средой. Например, система может реагировать на изменение температуры наружного воздуха как по данным наружных датчиков, так и используя краткосрочные прогнозы погоды, для превентивной реакции на климатические изменения.

Кроме «умных» решеток, существенного увеличения эффективности систем ОВК можно достичь путем «увеличения интеллекта» таких больших потребителей энергии, как компрессоры, вентиляторы и насосы. В данном случае достаточно автоматизировать и сократить время работы этих устройств до минимально необходимого, чтобы существенно снизить энергопотребление всей системы.

Сегодня на смену обычным термостатам приходят «умные», основные функции которых – управлять климатическим оборудованием в помещении. Они дополняются элементами искусственного интеллекта: имеют встроенное расписание привычек обитателя, которое можно корректировать, связь с погодными датчиками и оповещения через мобильную сеть, позволяющие более гибко реагировать на изменяющиеся внешние факторы (например, на погоду или изменение расписание пользователя). Имеющиеся в комплекте датчики движения позволяют реагировать и на незапланированные возвращение или уход человека из комнаты или квартиры.

3. РАБОТА В AUTODESK® REVIT® MEP

Элементы пользовательского интерфейса

Далее приведены рекомендации непосредственно по способам конкретной работы с интерфейсом программного продукта REVIT®. В полном объеме правила работы с продуктом REVIT® легко найти в многочисленных руководствах, которые широко распространены в сети; в данном издании также использован материал он-лайн руководства к REVIT компании Autodesk® [16], с гиперссылками на дополнительные материалы. На рисунке 3.1 показан общий вид окна программы с указанием элементов интерфейса.

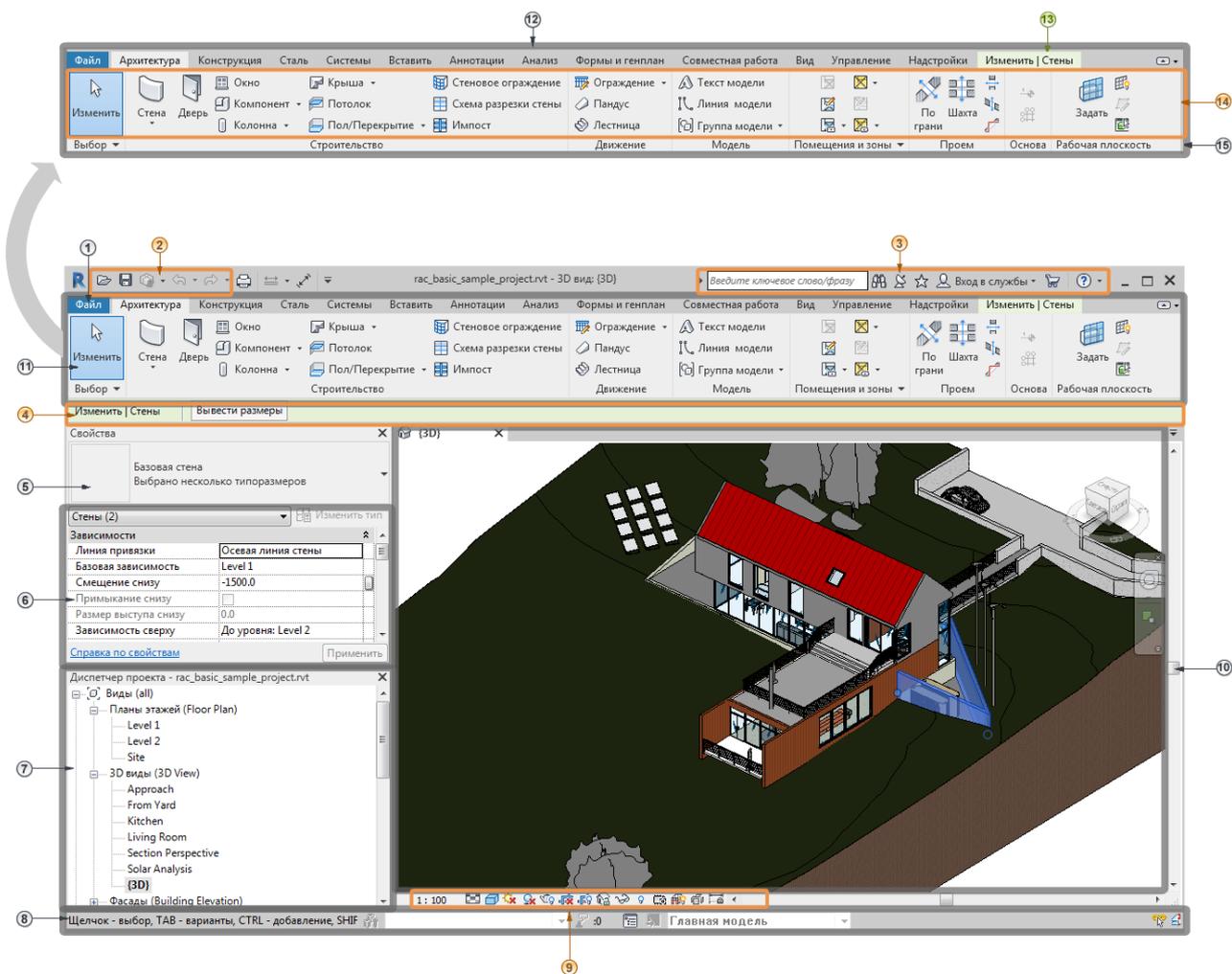


Рисунок 3.1 Общий вид окна программы

3 - Инфоцентр

Инфоцентр предоставляет набор инструментов для доступа к различным источникам информации по программному продукту. В зависимости от продукта Autodesk и конфигурации эти инструменты могут отличаться. Так, в некоторых продуктах на панели инструментов «Инфоцентр» может находиться кнопка Войти в систему для служб Autodesk 360 или ссылка на Autodesk App Store.

4 - Панель параметров

Панель параметров расположена под лентой (рисунок 3.4). Отображаются условные инструменты, которые зависят от выбранного в настоящий момент инструмента или элемента.

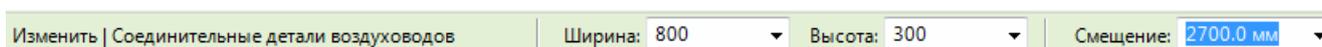


Рисунок 3.4 Панель параметров

Для перемещения панели параметров в нижнюю часть окна Revit (над строкой состояния) щелкните панель параметров правой кнопкой мыши и выберите пункт "Закрепить снизу".

5 и 6 - Палитра свойств

Палитра свойств — это немодальное диалоговое окно (рисунок 3.5), в котором можно просматривать и изменять параметры, определяющие свойства элементов. Для получения информации о свойствах экземпляра или типа, относящихся к определенному типу элемента, используйте функцию поиска. Введите в поисковую строку Свойства <экземпляра или типа> для <имя элемента>. Пример: свойства экземпляра лестницы

Открытие палитры свойств

При первом запуске Revit палитра свойств отображается и закрепляется над Диспетчером проекта с левой стороны области рисования. Если

впоследствии палитра свойств закрывается, ее можно снова открыть одним из следующих способов.

- Выберите вкладку «Изменить» > панель «Свойства» >  («Свойства»).
- Выберите вкладку «Вид» > панель «Окна» > раскрывающийся список «Пользовательский интерфейс» > «Свойства».
- Щелкните правой кнопкой мыши в области рисования и выберите пункт «Свойства».

Можно закрепить палитру на любой стороне окна Revit и изменить ее размер в горизонтальном направлении. В незакрепленном состоянии ее размеры можно изменять как по горизонтали, так и по вертикали. Режим отображения и местоположение палитры будут сохраняться до следующего сеанса работы пользователя.

Работа с палитрой свойств

- Обычно палитра свойств открыта в ходе сеанса Revit, что позволяет выполнить следующие действия:
- выберите тип элемента, который будет размещен в области рисования, или измените тип уже размещенных элементов, используя список «Выбор типа»;
- просмотрите и измените свойства размещаемого элемента или элементов, выбранных в области рисования;
- просмотрите и измените свойства активного вида;
- откройте окно свойств типа, применяемых ко всем экземплярам типоразмера элемента.

Если ни один из инструментов размещения элементов не активен и не выбран ни один из элементов, на палитре отображаются свойства экземпляра для активного вида (также доступ к свойствам экземпляра вида можно получить, выбрав его в Диспетчере проекта).

Если выбранный элемент принадлежит к системе MEP и на ленте активизирована вкладка «Системы», на палитре отображаются системные свойства элемента, а не свойства его экземпляра.

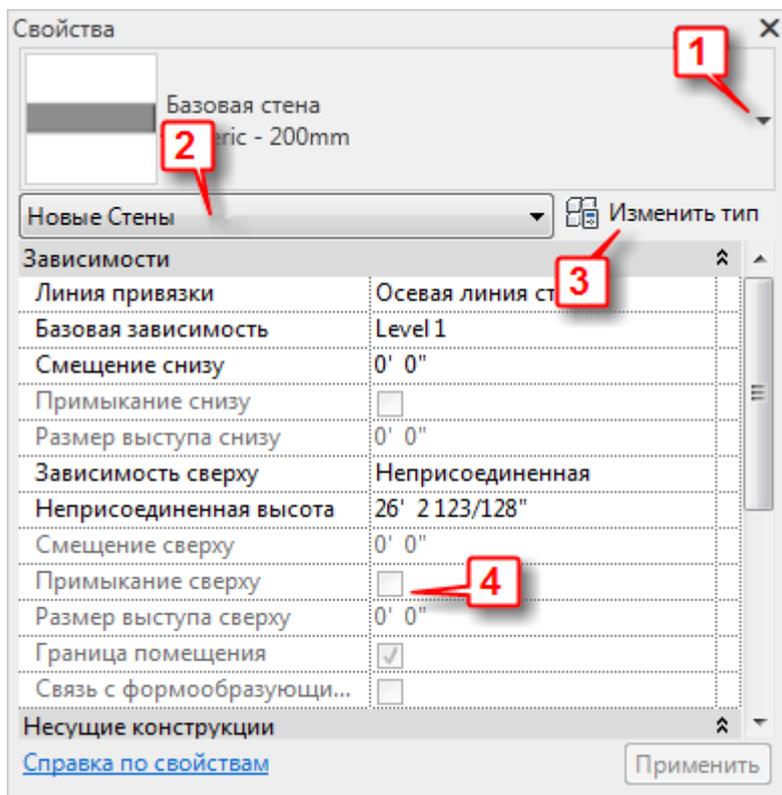


Рисунок 3.5 Палитра свойств

1. Выбор типа
2. Фильтр свойств
3. Кнопка «Изменить тип»
4. Свойства экземпляра

Фильтр свойств

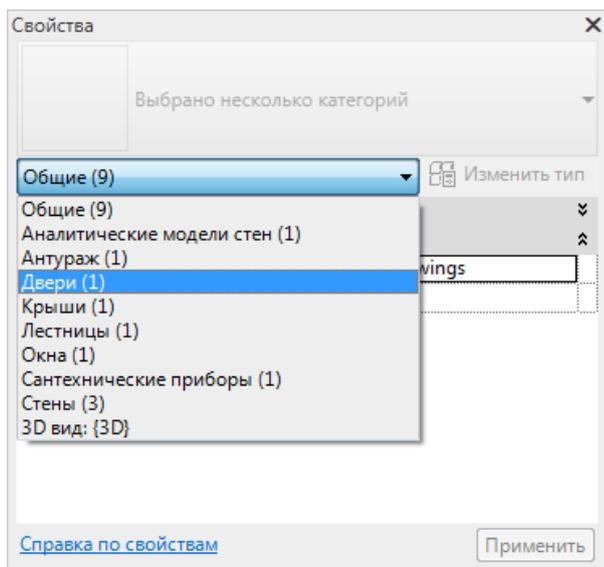


Рисунок 3.6 Фильтр свойств

Непосредственно под списком «Выбор типа» имеется фильтр (рисунок 3.6), который указывает категорию элементов, размещаемых инструментом, или категорию и количество элементов, выбранных в области рисования. При выборе нескольких категорий или типоразмеров на палитре отображаются только те свойства экземпляра, которые являются для них общими. При выборе нескольких категорий можно с

помощью раскрывающегося списка фильтра задать просмотр свойств только определенной категории или самого вида. Выбор определенной категории не влияет на весь набор объектов.

Кнопка «Изменить тип»

Если выбраны элементы одного типа, кнопка «Изменить тип» позволяет вызвать диалоговое окно, в котором можно просматривать и изменять свойства типа выбранного элемента (или свойства типа вида, в зависимости от настройки фильтра свойств). Кроме того, доступ к свойствам типа активного инструмента или выбранных в данный момент элементов можно получить, выбрав вкладку «Изменить | <Элемент>» ► панель «Свойства» ►  («Свойства типа»). Если данная кнопка активна, она всегда предоставляет доступ к свойствам типа для выбранного элемента или элементов либо для типоразмера в семействе, выбранного в Диспетчере проекта. Кнопка «Изменить тип» на палитре предоставляет доступ к свойствам типа для объекта, свойства экземпляра которого отображаются на ней в данный момент. Таким объектом может быть активный вид, активный инструмент или типоразмер выбранного в данный момент элемента.

Свойства экземпляра

В большинстве случаев (за исключением тех, что упомянуты в следующем примечании) на палитре свойств отображаются и редактируемые пользователем свойства экземпляра, и те, которые доступны только для чтения (они затенены). Свойство может быть предназначено только для чтения из-за того, что его значение является расчетным, или назначается программой автоматически, или зависит от значения другого свойства. Например, для стены единственным редактируемым свойством будет «Неприсоединенная высота», если для ее свойства «Зависимость сверху» задано значение «Неприсоединенная». Определенные взаимосвязи рассматриваются в описаниях свойств экземпляров элементов конкретного типа.

7 - Диспетчер проекта

В Диспетчере проекта отображается логическая иерархия всех видов, спецификаций, листов, групп и других элементов текущего проекта (рисунок 3.7). Разворачивая категории, можно получить доступ к их вложенным элементам.

Для открытия Диспетчера проекта:

- перейдите на вкладку «Вид» > панель «Окна» > раскрывающийся список «Пользовательский интерфейс» > «Диспетчер проекта»,

или

- щелкните правой кнопкой мыши в любом месте окна приложения и выберите команду «Обозреватели» > «Диспетчер проекта».

Поиск и навигация

Большие сложные проекты могут содержать сотни записей в Диспетчере проекта. Для быстрого поиска необходимых элементов и переходу к ним используйте один из способов ниже.

- Для открытия окна «Поиск в Диспетчере проекта» щелкните Диспетчер проекта правой кнопкой мыши и выберите команду «Поиск».
- Для разворачивания (сворачивания) узлов верхнего уровня в Диспетчере проекта щелкните правой кнопкой мыши узел (например, «Виды» или «Семейства») и выберите «Развернуть выбранные» («Свернуть выбранные»).
- Для разворачивания (сворачивания) всех узлов верхнего уровня в Диспетчере проекта щелкните правой кнопкой мыши узел или пустое пространство и выберите «Развернуть все» («Свернуть все»).

Настройка Диспетчера проекта

Для изменения местоположения окна Диспетчера проекта перетащите его заголовок. Для изменения его размера перетащите край окна Диспетчера.

Измененные размер и положение Диспетчера проекта сохраняются и восстанавливаются при следующем запуске приложения.

Можно настроить организацию видов, листов, спецификаций и ведомостей в Диспетчере проекта в соответствии с используемой методикой работы (см. раздел Организация Диспетчера проектов).

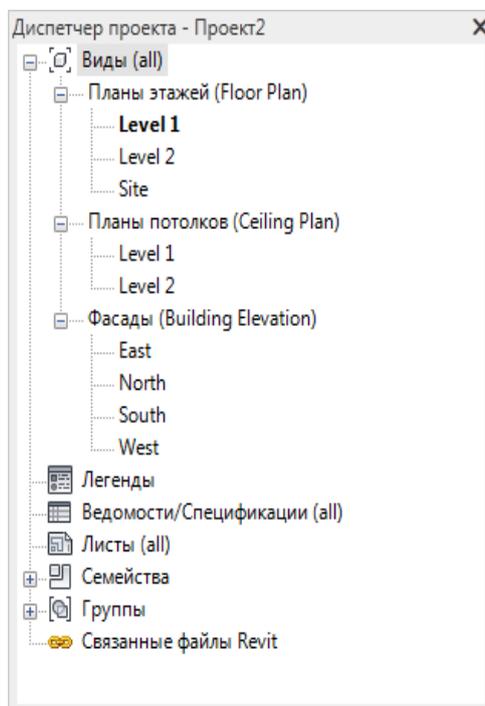


Рисунок 3.7 Меню диспетчера проекта

Виды, спецификации, листы

При организации видов, листов, спецификаций можно выполнять приведенные ниже действия.

- Открытие вида: дважды щелкните мышью на имени вида, либо щелкните имя правой кнопкой мыши и из контекстного меню выберите «Открыть». Имя активного вида выделяется полужирным шрифтом.
- Открытие листа, на который помещен вид: щелкните правой кнопкой мыши имя вида, а затем нажмите кнопку «Открыть лист». Если кнопка «Открыть лист» в контекстном меню недоступна, то это может означать, что вид не помещен на лист или является видом спецификации, или видом легенды, которые можно поместить на несколько листов.

- Добавление вида на лист: перетащите имя вида на имя листа, либо на лист в области рисования; также можно щелкнуть правой кнопкой мыши имя листа и выбрать в контекстном меню команду «Добавить вид». В диалоговом окне «Виды» выберите вид и нажмите кнопку «Добавить вид на лист». После выполнения одного из этих действий лист становится активным в области рисования, и на нем появляется видовой экран для добавленного вида. Видовой экран перемещается вместе с курсором. Когда видовой экран окажется в требуемом положении, щелкните мышью для его размещения в этом месте.
- Удаление вида с листа: щелкните правой кнопкой мыши на имени вида, расположенного под именем листа, и из контекстного меню выберите «Удалить с листа».
- Создание нового листа: щелкните правой кнопкой мыши категорию «Листы» и выберите в контекстном меню команду «Новый лист».
- Копирование вида: щелкните правой кнопкой мыши на имени вида и из контекстного меню выберите «Копирование вида» > «Копировать».
- Копирование вида с детализацией: щелкните правой кнопкой мыши на имени вида и из контекстного меню выберите «Копирование вида» > «Копировать с детализацией». Здесь вместе с видом копируются такие присущие видам элементы, как компоненты узлов и размеры. Этот инструмент доступен для планов, фрагментов, проекционных видов и разрезов. Копировать фрагменты непосредственно из планов нельзя.
- Переименование видов и спецификаций: щелкните правой кнопкой мыши имя вида и выберите «Переименовать», или выберите имя и нажмите клавишу F2, или медленно дважды щелкните мышью.
- Переименование листа: щелкните правой кнопкой мыши имя листа и выберите «Переименовать», или выберите имя и нажмите клавишу F2, или медленно дважды щелкните мышью.

- Заккрытие вида: щелкните правой кнопкой мыши на имени вида и из контекстного меню выберите «Заккрыть».
- Удаление вида: щелкните правой кнопкой мыши имя вида и выберите в контекстном меню команду «Удалить».
- Изменение свойств: щелкните имя вида и измените свойства на палитре свойств.
- Разворачивание и сворачивание категорий в Диспетчере проекта: для разворачивания категории щелкните на значке «+», а для сворачивания — на значке «-». Для навигации по структуре Диспетчера проектов можно использовать клавиши со стрелками. Для разворачивания и сворачивания узлов верхнего уровня в Диспетчере проекта щелкните правой кнопкой мыши узел и выберите «Развернуть выбранные» или «Свернуть выбранные».
- Поиск опорных видов: щелкните правой кнопкой мыши имя вида и выберите в контекстном меню команду «Найти опорные виды».

Связанные файлы

Связанные файлы используются при организации совместной работы для отображения моделей, связанных с текущим проектом. В категории «Связанные файлы» Диспетчера проекта можно выполнять приведенные ниже действия.

- Создание новой связи с моделью Revit: щелкните правой кнопкой мыши категорию «Связанные файлы» и выберите в контекстном меню команду «Создание связи».
- Диспетчер связей с моделями Revit: щелкните правой кнопкой мыши категорию «Связанные файлы», выберите в контекстном меню команду «Диспетчер связей» и перейдите на вкладку «Revit».
- Копирование связанной модели в другой файл проекта: в категории «Связанные файлы» выберите связанную модель, которую требуется скопировать, щелкните правой кнопкой мыши ее имя и выберите в

контекстном меню команду «Создать экземпляр». Щелкните мышью в области рисования для размещения нового экземпляра связанной модели.

- Обновление или выгрузка связанной модели: в категории «Связанные файлы» выберите связанную модель, щелкните правой кнопкой мыши ее имя и выберите в контекстном меню требуемый инструмент для выгрузки или перезагрузки модели.
- выгрузка связанной модели Revit в среде совместной работы в локальном файле: в категории «Связанные файлы Revit» выберите связанную модель, щелкните правой кнопкой мыши ее имя и выберите один из следующих вариантов:
 - ✓ Выгрузить > для всех пользователей: связанный файл Revit выгружается для всех пользователей в модели;
 - ✓ Выгрузить > для меня: связанный файл Revit выгружается только для текущего пользователя. Эта команда работает как переопределение и остается постоянной для текущего пользователя связанного файла до тех пор, пока не будет отменена; для отмены переопределения щелкните правой кнопкой мыши имя ссылки в Диспетчере проекта и выберите «Выгрузить» > «Отменить текущее переопределение».

Визуализация

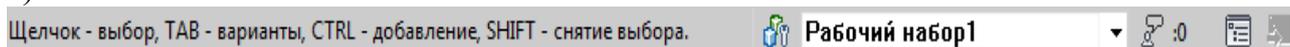
- Визуализация изображения: выведите на экран 3D вид и выберите вкладку «Вид» > панель «Графика» >  («Визуализация»). Затем нажмите кнопку «Визуализация» в диалоговом окне «Визуализация».
- Размещение визуализированных изображений на листах: перетащите имя визуализированного изображения на лист в области рисования.

8 - Строка состояния

В строке состояния отображаются подсказки и советы по выполняемым операциям (рисунок 3.8). При выделении элемента или компонента в строке состояния отображается имя его семейства и типоразмер.

Строка состояния расположена вдоль нижней стороны окна приложения.

а)



б)

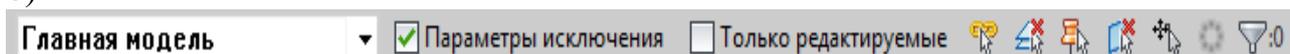


Рисунок 3.8 Строка состояния: (а) первая часть, (б) вторая часть

9 - Панель управления видом

С панели управления видами предоставляется быстрый доступ к функциям управления текущим видом.



Рисунок 3.9 Панель управления видами

Панель управления видами находится в нижней части окна вида над строкой состояния. На ней доступны следующие инструменты (рисунок 3.9):

- 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).,
- Подрезать вид,
- Показать/скрыть область подрезки,
- Разблокированный/заблокированный 3D вид,
- Временное скрытие/изоляция,

- Показать скрытые элементы,
- Экран совместной работы (доступен только при условии, что совместная работа разрешена для проекта),
- Временные свойства вида,
- Показать или скрыть аналитическую модель (только для расчета МЕР и несущих конструкций),
- Выделение наборов смещения,
- Отображение зависимостей,
- Просмотр видимости: (доступно только в Редакторе семейств).

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

10 - Область рисования

В области рисования отображаются виды (а также листы и спецификации) текущей модели (рисунок 3.10). Каждый раз при открытии вида в модели он отображается в этой области. Остальные виды при этом также являются открытыми, но они не видны за активным видом. Инструменты вкладки «Вид» ► панели «Окна» можно использовать для упорядочения видов проекта в соответствии с принятым стилем работы. По умолчанию в области рисования используется белый цвет фона. При желании его можно изменить (см. инструкции ниже).

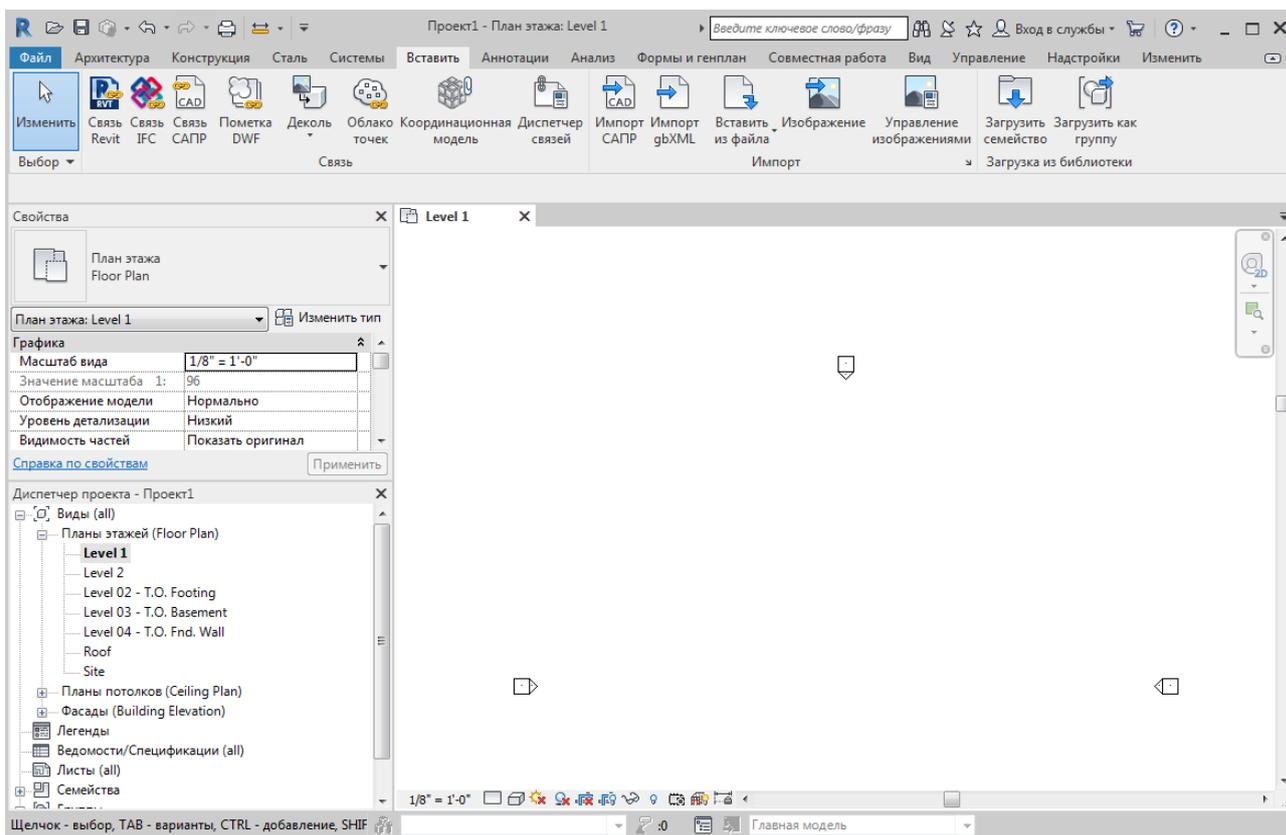


Рисунок 3.10 Окно области рисования

Управление видами в области рисования

При управлении видами можно выполнять приведенные ниже действия.

- Отображение еще не открытого вида проекта: перейдите на вид в Диспетчере проекта и дважды щелкните имя вида.
- Просмотр списка открытых видов: выберите вкладку «Вид» ► панель «Окна» ► раскрывающийся список «Смена окон». Все открытые виды перечислены в нижней части этого меню. Напротив имени активного вида отображается флажок.
- Отображение другого открытого (но скрытого) вида в области рисования: выберите вкладку «Вид» ► панель «Окна» ► раскрывающийся список «Смена окон» и щелкните вид для его отображения.
- Упорядочение всех открытых видов в виде вкладок в одном окне в области рисования: выберите вкладку «Вид» ► панель «Окна» ►  («Каскадное расположение окон»). Этот инструмент не влияет на виды, расположенные

за пределами окна приложения. Например, если вид был перемещен на другой монитор, он останется там.

- Просмотр всех открытых окон одновременно: выберите вкладку «Вид» > панель «Окна» >  («Мозаичное расположение окон»). Этот инструмент не влияет на виды, расположенные за пределами окна приложения. Например, если вид был перемещен на другой монитор, он останется там.
- Закрытие всех открытых видов, кроме текущего: выберите вкладку «Вид» > панель «Окна» >  («Закрытие неактивных окон»). Если область рисования содержит несколько окон, в каждом из которых открыто несколько видов, в каждом окне остается открытым активный вид. Остальные виды закрываются. Если открыто несколько моделей или семейств, для каждого из них остается открытым один вид. Виды, расположенные за пределами окна приложения, остаются открытыми. Например, если вид был перемещен на другой монитор, он останется открытым.
- Увеличение размера области рисования: выберите вкладку «Вид» > панель «Окна» > раскрывающийся список «Пользовательский интерфейс» и снимите флажки для скрытия компонентов интерфейса, таких как Диспетчер проекта и строка состояния.

Изменение цвета фона в области рисования

1. Выберите вкладку «Файл» > «Параметры».
2. В диалоговом окне «Параметры» перейдите на вкладку «Графика».
3. В разделе «Цвета» для параметра «Фон» выберите нужный цвет фона.
4. (Необязательно) Чтобы изменить цвет пользовательского интерфейса, на вкладке «Пользовательский интерфейс» в разделе «Визуальное представление» укажите темную или светлую активную тему.

Обновление экрана

Нажмите клавишу F5.

3D-просмотр

Дважды щелкните имя 3D-вида в обозревателе проектов.

- Увеличить: Ctrl + удерживайте среднюю кнопку мыши + переместите мышь вниз.
- Уменьшить: Ctrl + удерживайте среднюю кнопку мыши + переместите мышь вверх.
- Панорамирование (перемещение по чертежу): удерживайте среднюю кнопку мыши, а затем переместите курсор мыши.
- Орбита (вращение): нажмите и удерживайте SHIFT и удерживайте среднюю кнопку мыши, а затем переместите мышь на орбиту вокруг текущей точки поворота (вы можете предварительно выбрать объект, который будет точкой поворота).

11 - Лента

Лента отображается при создании или открытии файла. Она содержит все инструменты, необходимые для создания проекта или семейства (рисунок 3.11).

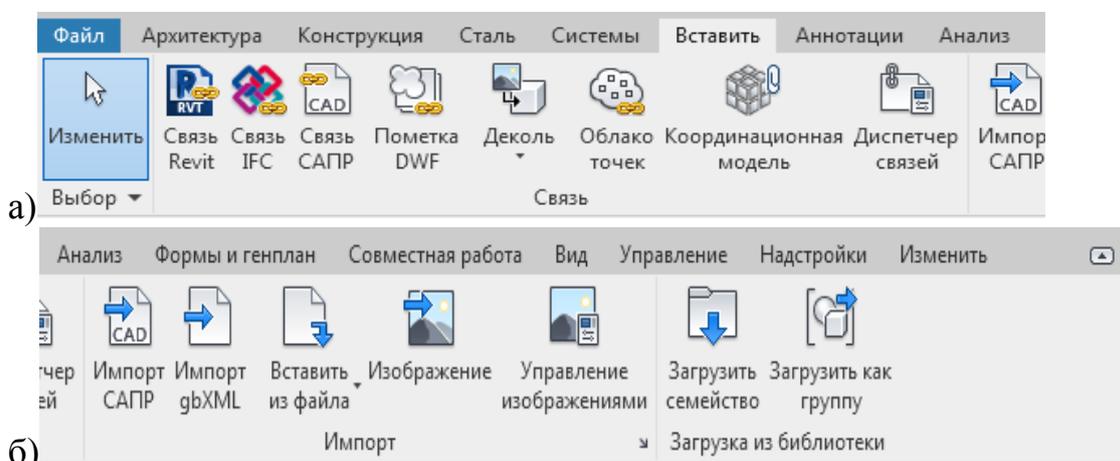


Рисунок 3.11 Меню Лента: (а) – первая часть, (б) – вторая часть.

При изменении размеров окна можно заметить, что размер инструментов на ленте автоматически корректируется в соответствии с доступным местом на экране. Эта функция позволяет отображать все кнопки при практически любом размере экрана.

Развернутые панели

Стрелка рядом с названием панели показывает, что панель можно развернуть для вывода связанных с ней инструментов и элементов управления (рисунок 3.12).

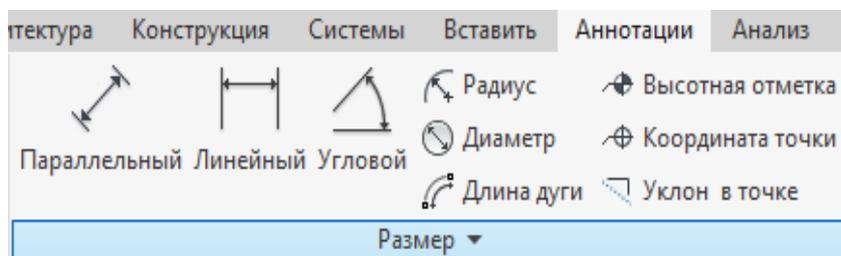


Рисунок 3.12 Пример развернутой панели

По умолчанию развернутая панель автоматически закрывается при щелчке мышью вне данной панели. Чтобы сохранить панель в развернутом состоянии при отображении той вкладки ленты, к которой она относится, щелкните значок канцелярской кнопки в левом нижнем углу развернутой панели (рисунок 3.13).

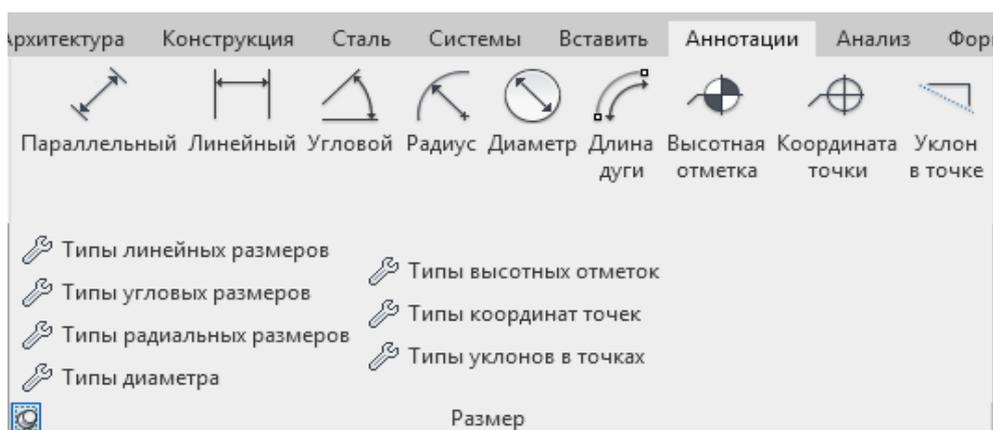


Рисунок 3.13 Закрепление развернутой панели

Стрелка открытия диалогового окна

Некоторые панели позволяют открыть диалоговое окно для определения соответствующих параметров. Стрелка открытия диалогового окна  в нижней части панели служит для открытия диалогового окна (рисунок 3.14).

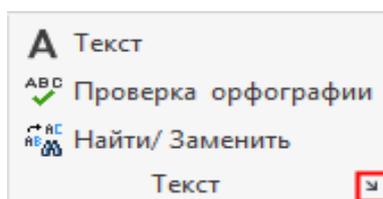
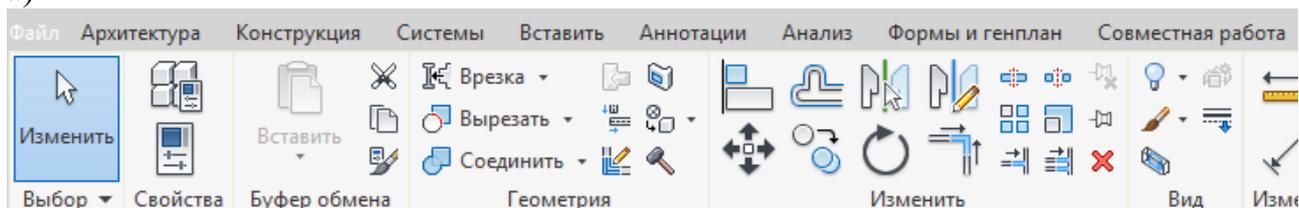


Рисунок 3.14 Открытие диалогового окна параметров

Контекстные вкладки на ленте

При использовании отдельных инструментов или при выборе элементов отображается контекстная вкладка ленты с инструментами, относящимися к контексту данного инструмента или элемента (рисунок 3.15). Вкладка закрывается при завершении работы с инструментом либо при очистке набора выбранных элементов.

а)



б)

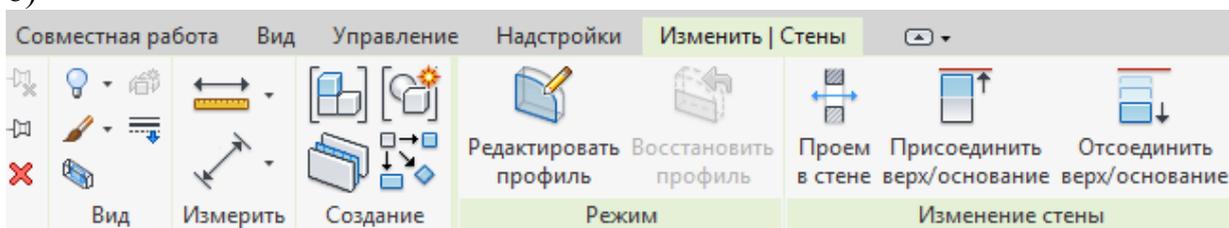


Рисунок 3.15 Контекстные вкладки в Ленте

Можно настроить режим, при котором автоматически активизируется контекстная вкладка либо активной остается текущая вкладка. Также можно задать, какая вкладка ленты выводится при завершении работы с инструментом или очистке набора элементов.

Диспетчер инженерных систем

Диспетчер инженерных систем является эффективным инструментом для поиска компонентов, не назначенных ни одной системе. Этот инструмент открывает отдельное окно, в котором отображается иерархический список всех компонентов проекта в каждой категории, сгруппированный по системам или по зонам. Окно можно закрепить выше или ниже области рисования или перетащить в область рисования. Чтобы обратиться к Диспетчеру инженерных систем, выберите вкладку "Вид" > панель "Окна" >  раскрывающийся список

"Пользовательский интерфейс" > "Диспетчер инженерных систем". Диспетчер инженерных систем открывается также с помощью клавиши F9.

Настройка вида

Параметры панели "Вид" позволяют сортировать и настраивать отображение систем в Диспетчере инженерных систем.

- **Системы:** отображение компонентов в больших и малых системах, создаваемых для каждой категории.
- **Зоны:** отображение зон и пространств. Разверните каждую зону для отображения пространств, назначенных зоне.
- **Все категории:** отображение компонентов в отдельных папках для каждой категории (механическое оборудование, трубопроводы и электрооборудование). Трубопроводы включают в себя сантехнику и систему пожаротушения.
- **Механическое оборудование:** отображение компонентов только для категории "Механическое оборудование".
- **Трубопроводы:** отображение компонентов только для категории "Трубопроводы" ("Трубопроводы", "Сантехника" и "Система пожаротушения").
- **Электрооборудование:** отображение компонентов только для категории "Электрооборудование".
- **Автоподбор всех столбцов:** корректировка ширины всех столбцов по размеру текста в заголовках. Также можно дважды щелкнуть заголовок столбца для автоматической корректировки его ширины.
- **Параметры столбцов:** открытие диалогового окна "Параметры столбцов", в котором можно задать данные столбца, отображаемые для каждой категории. Разверните необходимые категории ("Общие", "Механические системы", "Системы трубопроводов", "Электрические системы") и выберите свойства, которые должны отображаться в качестве заголовков столбцов.

Кроме того, для выбора отображаемых в таблице заголовков столбцов можно нажать кнопку "Скрыть/Показать".

Отображение сведений о системе

В зависимости от текущего состояния щелчком правой кнопки мыши в строке таблицы можно выбрать перечисленные ниже команды.

- **Развернуть/Развернуть все:** команда "Развернуть" отображает содержимое выбранной папки. Команда "Развернуть все" отображает содержимое всех папок, находящихся в иерархии ниже выбранной папки.
- **Свернуть/Свернуть все:** закрытие выбранной папки/всех папок. Несмотря на то, что папка закрыта, команда "Свернуть" оставляет развернутыми все вложенные папки, которые были открыты. Команда "Свернуть все" закрывает выбранную папку и все развернутые вложенные папки. Для сворачивания папки можно также дважды щелкнуть ветвь или щелкнуть знак "минус" (-) рядом с папкой.
- **Выбор:** выбор компонента в Диспетчере инженерных систем и в текущем чертеже вида. Рекомендуется:
 - ✓ выбирать компонент в области рисования, чтобы выделить его в Диспетчере инженерных систем;
 - ✓ удерживать при выборе нажатыми клавиши "CTRL" или "SHIFT", чтобы выделить несколько компонентов в Диспетчере инженерных систем и в области рисования;
 - ✓ использовать также для выделения или предварительного выбора компонента в Диспетчере инженерных систем и в области рисования размещение курсора на элементе в Диспетчере инженерных систем.
- **Показать:** открытие вида, содержащего выбранный компонент. Если выбранный компонент отображается на нескольких открытых в настоящий момент видах, то открывается диалоговое окно "Показать элемент на виде", в котором можно несколько раз нажать кнопку "Показать" для циклического перемещения между видами, содержащими выбранный компонент. При

каждом нажатии кнопки "ОК" отображается другой вид в области рисования с компонентом, выбранным в Диспетчере инженерных систем. Если ни один из открытых видов не содержит выбранный компонент, появляется запрос на открытие соответствующего вида или на отмену операции и закрытие сообщения.

- **Удалить:** удаление выбранных компонентов из проекта. Все компоненты, оставшиеся в результате с разорванной связью, перемещаются в папку "Не назначено" в Диспетчере инженерных систем.
- **Свойства:** открытие палитры свойств для выбранного компонента.

«Горячие» клавиши

Зарезервированные системой «горячие» клавиши

- Ctrl+F4: закрытие открытого проекта.
- Tab: перемещение по вариантам или в наборе смежных или связанных элементов в прямом направлении.
- Shift+Tab: перемещение по вариантам или в наборе смежных или связанных элементов в обратном направлении.
- Shift+W: вызов штурвалов.
- Esc: отмена размещения элемента. (При двойном нажатии клавиши Esc операция редактора или инструмента отменяется).
- F1: вызов интерактивной справочной информации.
- F10: отображение подсказок клавиш.
- Enter: выполнение операции.
- Клавиша "пробел": разворачивание выбранного элемента с изменением его ориентации.
- Ctrl/Shift + щелчок левой клавишей мыши по объекту: добавление/удаление объекта в выделение и из него.
- Shift+рисование объекта: рисование перпендикулярных линейных объектов.

Для инструментов на ленте, меню приложения или контекстных меню «горячие» клавиши отображаются во всплывающих подсказках в скобках после названия команды (если инструмент имеет несколько ярлыков, во всплывающей подсказке отображается только первый ярлык). Например, чтобы нарисовать канал, нужно ввести на клавиатуре DT (рисунок 3.16).

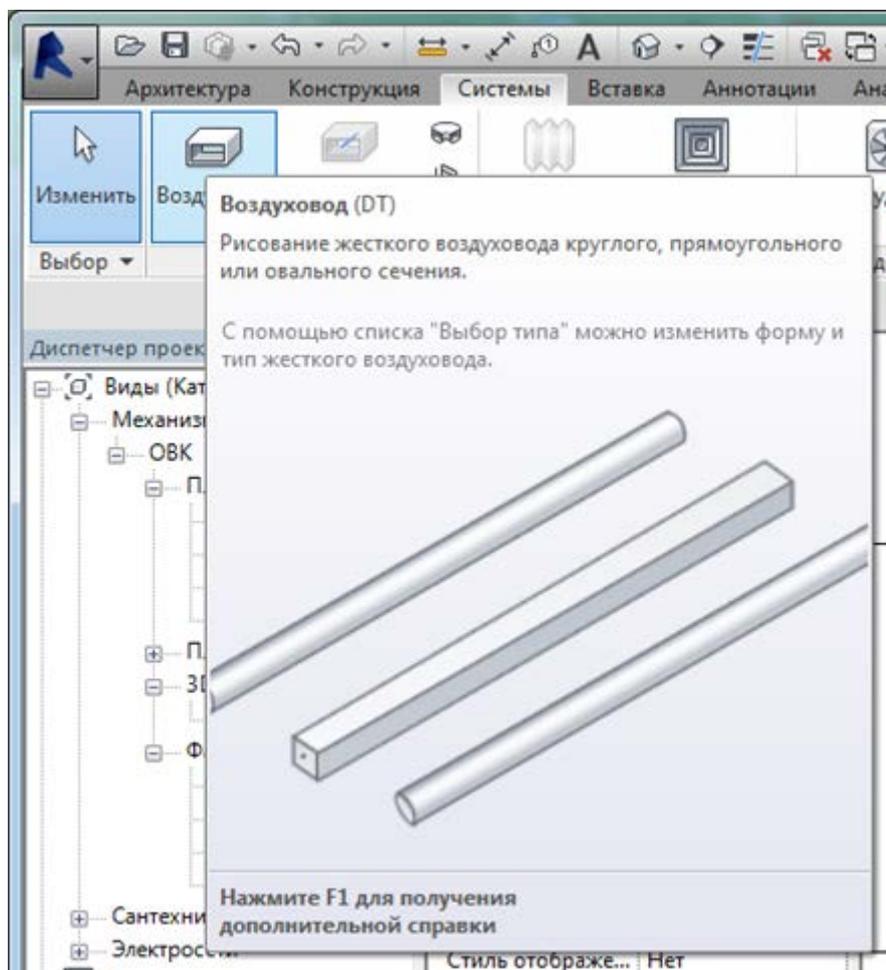


Рисунок 3.16 Пример подсказки с указанием «горячей» клавиши DT

Добавление горячих клавиш

При необходимости добавления горячих клавиш выполните указанные ниже действия.

1. Выберите вкладку "Вид" > панель "Окна" > раскрывающийся список "Пользовательский интерфейс" > "Горячие клавиши".

2. В диалоговом окне "Горячие клавиши" найдите требуемый инструмент или команду Revit с помощью одного из двух или обоих нижеследующих способов:
- введите имя команды в поле поиска (по мере ввода символов командного слова в списке "Назначения" отображаются команды, которые соответствуют какой-либо его части – например, при вводе букв «стен» отображаются команды "Стена", "Стеновые ограждения" и "Стеновые панели"); поиск выполняется без учета регистра;
 - в поле параметра "Фильтр" выберите область пользовательского интерфейса, к которому относится команда, или одно из следующих значений
 - ✓ Все – список всех команд,
 - ✓ Все заданные – список команд, для которых горячие клавиши уже определены,
 - ✓ Все незаданные – список команд, для которых горячие клавиши в данный момент не определены,
 - ✓ Все занятые – список горячих клавиш, предназначенных для определенных команд; эти комбинации горячих клавиш отображаются в списке серым цветом, и назначение их другим командам не допускается.
 - При задании текста для поиска и фильтра в списке "Назначения" отображаются команды, сопоставленные по каждому из критериев. Если список не содержит команд, выберите в поле "Фильтр" значение "Все".
 - В столбце "Пути" списка "Назначения" указывается, где команду можно найти на ленте или в пользовательском интерфейсе. Для сортировки списка по пути или по содержимому другого столбца щелкните на заголовке столбца.
 - Добавьте горячие клавиши для команды. Для этого сначала выберите требуемую команду в списке "Назначения". Курсор переходит в поле "Задайте новые клавиши". Если поле "Задайте новые клавиши" недоступно

(отображается серым цветом), то для выбранной команды горячие клавиши уже предусмотрены.

- Однако для каждой зарезервированной команды имеется соответствующая команда, для которой возможно назначение горячих клавиш. В поле поиска введите имя команды, чтобы найти соответствующую команду. Затем задайте требуемую последовательность клавиш. При нажатии клавиш последовательность отображается в поле параметра. При необходимости можно удалить содержимое поля и нажать необходимые клавиши еще раз (см. раздел Правила для горячих клавиш).
- После отображения необходимой последовательности клавиш в поле нажмите кнопку "Назначить". Новая последовательность клавиш отображается в столбце "Клавиши" для выбранной команды. Если для команды имеется только одна комбинация горячих клавиш, она отображается в подсказке при запуске следующего сеанса Revit. Если для команды назначено несколько комбинаций горячих клавиш, в подсказке отображается первая последовательность клавиш из списка "Назначения".

Работа с видами

Секущий диапазон

Секущим диапазоном называется набор горизонтальных плоскостей, с помощью которых можно управлять видимостью и представлением объектов на виде в плане.

Каждый вид плана имеет свойство «секущий диапазон». К горизонтальным плоскостям, определяющим секущий диапазон, относятся «Верхняя», «Секущая» и «Нижняя» плоскости. Эти три плоскости определяют основной секущий диапазон. «Верхняя» и «Нижняя» плоскости представляют самую верхнюю и самую нижнюю части секущего диапазона. «Секущая» плоскость определяет высоту, на которой конкретные элементы вида отображаются как вырез.

«Глубина проецирования» — это дополнительная плоскость за пределами основного секущего диапазона. Изменение глубины проецирования позволяет отобразить элементы, расположенные под нижней секущей плоскостью. По умолчанию «Глубина проецирования» совпадает с уровнем нижней секущей плоскости.

На нижеследующем виде фасада (рисунок 3.17) показан секущий диапазон ⑦ вида в плане: «Верхняя» ①, «Секущая плоскость» ②, «Нижняя» ③, «Смещение» (снизу) ④, «Основной секущий диапазон» ⑤ и «Глубина проецирования» ⑥.

На виде в плане справа показан результат для данного секущего диапазона.

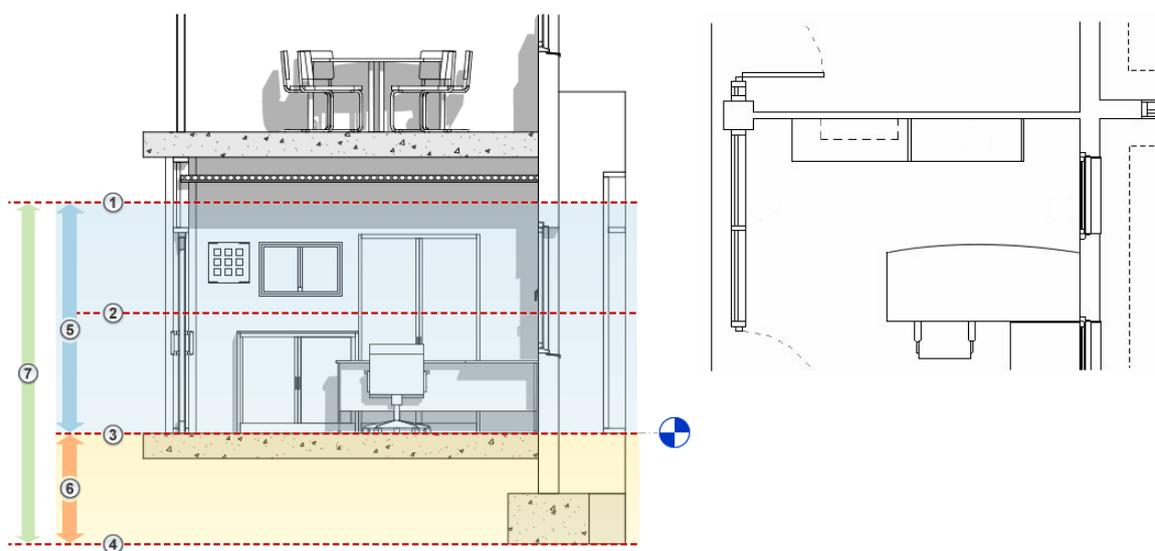


Рисунок 3.17 Фасад с указанием плоскостей секущего диапазона: 1 – «Верхняя», 2 – «Секущая», 3 – «Нижняя», 4 – «Смещение» (снизу), 5 – «Основной секущий диапазон», 6 – «Глубина проецирования».

Отображение элементов на виде в плане

- Элементы, расположенные вне секущего диапазона, показываются на виде, если указана подложка для отображения уровня за пределами секущего

диапазона. Сведения о свойстве вида «Подложка» приведены в разделе Свойства вида.

- Элементы отображаются на виде в плане с применением веса линий разреза и линий проекции, а также стиля линий <Вне пределов> в соответствии с правилами, описанными в разделах ниже.
 - ✓ Для изменения отображения веса линий вырезающих элементов и элементов проецирования используется инструмент Стили объектов.
 - ✓ Изменить способ отображения стиля линий <Вне пределов> можно с помощью инструмента Стили линий.
- В зеркальном отображении потолка (RCP) представление элементов аналогично их представлению на видах в плане, за тем исключением, что элементы отображаются так, как если бы они рассматривались снизу в зеркальном отражении.

Элементы, пересекаемые секущей плоскостью

На виде в плане соблюдаются следующие правила Revit касательно представления элементов, которые пересекает секущая плоскость:

- Эти элементы создаются с применением веса линий разреза определенной категории элементов.
- Если категория элементов не имеет веса линий разреза, категория является невырезаемой. Элемент строится на основе веса линии проекции.

К исключениям отображения элементов, пересекаемых секущей плоскостью, относятся стены высотой ниже 2 м (или 6 футов). Они не отображаются в разрезе, даже если они пересекают секущую плоскость. При этом 2 м измеряются от верха ограничивающей рамки до нижней плоскости основного секущего диапазона. Например, при создании стены, возвышающейся на 2 м над нижней секущей плоскостью, данная стена будет разрезана по секущей плоскости. Если верх стены будет находиться ниже, чем на 2 м, то вся стена будет показана в виде проекции, и даже там, где она пересекает секущую плоскость. Это происходит в случаях, когда для стены в

качестве свойства «Зависимость сверху» выбрано значение «Неприсоединенная».

Для некоторых категорий отдельные семейства могут быть классифицированы как вырезаемые или невырезаемые. Если семейство определяется как невырезаемое, а его элементы пересекают секущую плоскость, они создаются с применением веса линии проекции (см. раздел Семейства с невырезаемой геометрией).

На следующем виде фасада элементы (рисунок 3.18), пересекающие секущую плоскость, выделены синим цветом. На виде в плане справа обозначено: ① - элементы, создаваемые с применением веса линий разреза (стены, дверь и окно); ② - невырезаемые элементы, создаваемые с применением веса линий проекции (шкафы).

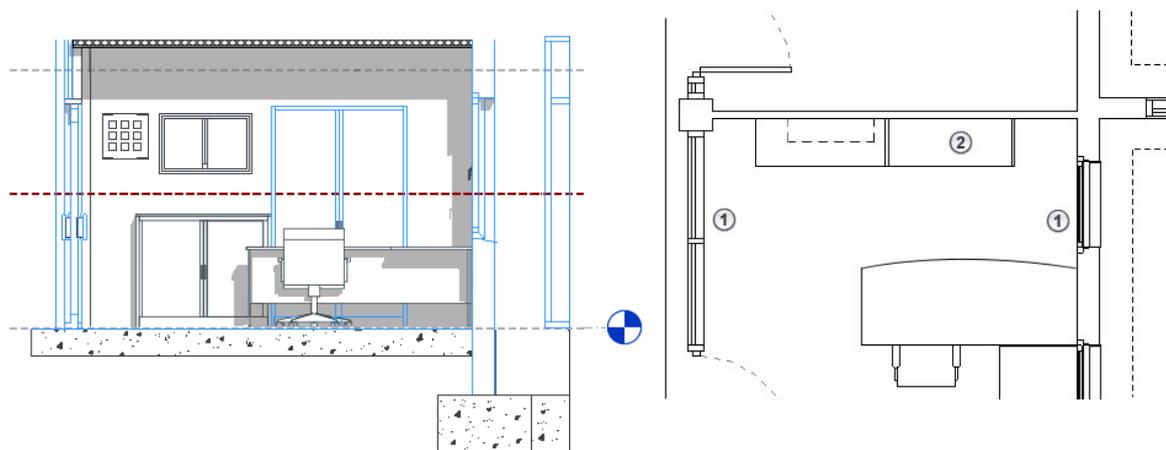


Рисунок 3.18 Пример невырезаемых элементов

Элементы, расположенные под секущей плоскостью и над нижним пределом секущего диапазона

На виде в плане в программе Revit эти элементы строятся с применением веса линий проекции категории элементов. На следующем виде (рисунок 3.19) фасада элементы, находящиеся под секущей плоскостью и над нижним пределом секущего диапазона, выделены синим цветом.

На виде в плане справа обозначено: ① - элементы, которые создаются с применением веса линий проекции, поскольку не пересекаются секущей плоскостью (шкаф, стол и стул)

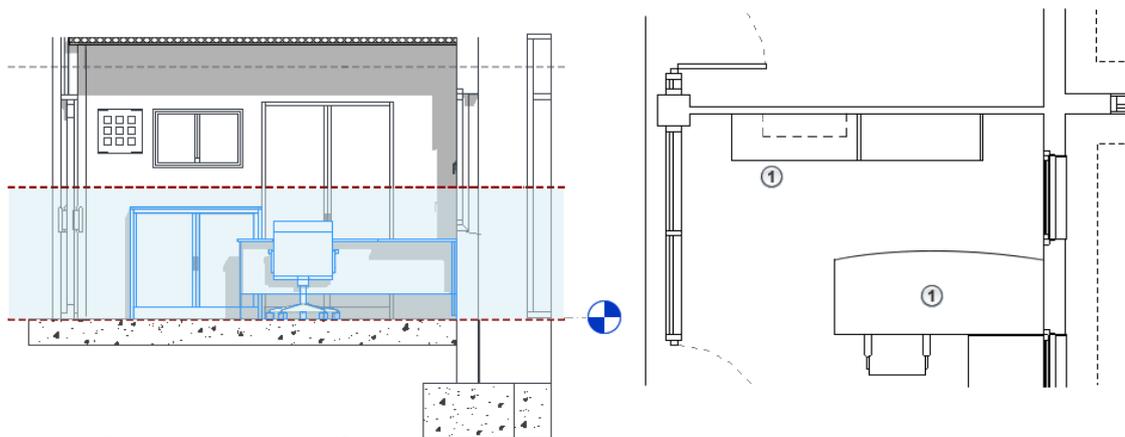


Рисунок 3.19 Пример элементов, находящихся под секущей плоскостью и над нижним пределом секущего диапазона

Элементы, находящиеся между секущей плоскостью и верхним пределом секущего диапазона

Эти элементы отображаются на виде в плане только в том случае, если они относятся к категориям окон, шкафов или типовых моделей. Элементы этих трех категорий строятся с применением веса линий проекции так, как если бы они рассматривались сверху. К примеру, на следующем виде (рисунок 3.20) фасада элементы, расположенные между секущей плоскостью и верхним пределом секущего диапазона, выделены синим цветом.

На виде в плане справа обозначено: ① - настенный шкаф, построенный с применением веса линий проекции (в этом случае семейству шкафов присваивается стиль штриховых линий проецирования); ② - настенное бра (из категории осветительных приборов), которое не отображается на плане, поскольку оно не относится к категориям окон, шкафов или типовых моделей.

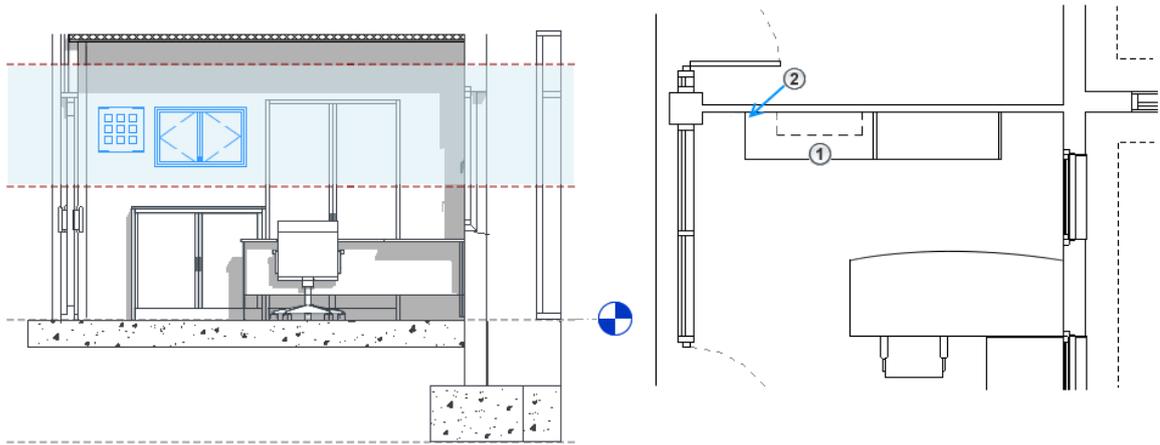


Рисунок 3.20 Пример отображения элементов, находящихся между секущей плоскостью и верхним пределом секущего диапазона

Секущий диапазон в плане потолка (RCP)

Как и для видов в плане, для планов потолка также имеется параметр «Секущий диапазон», но с некоторыми отличиями (рисунок 3.21). Его отличия от предыдущего:

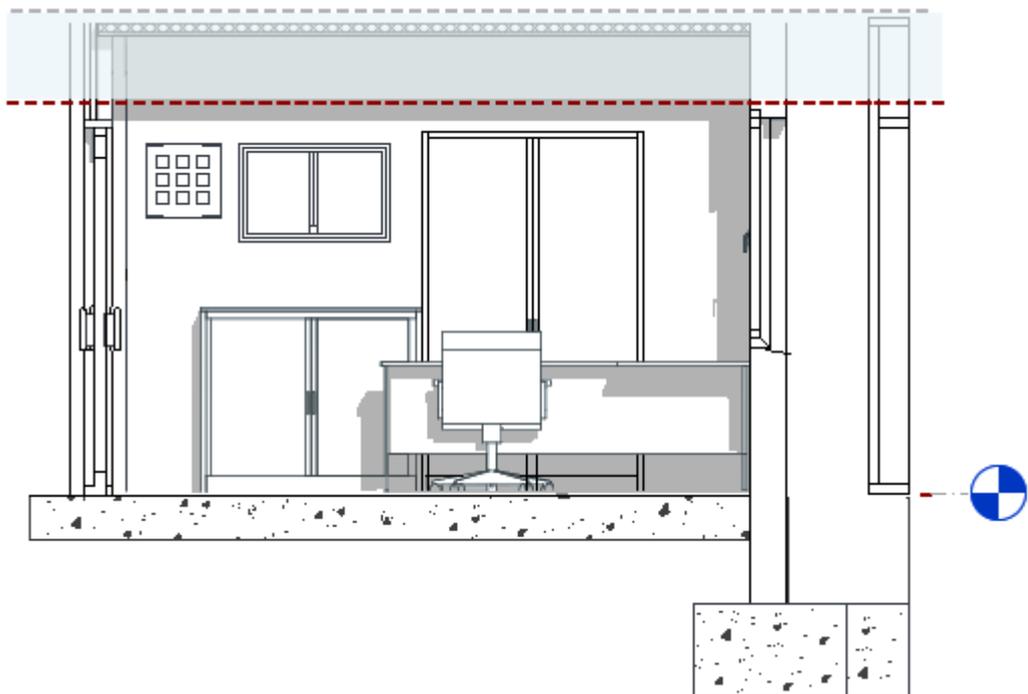


Рисунок 3.21 Секущий диапазон в плане потолка

- вид в плане потолка направлен вверх от секущей плоскости;

- секущая плоскость в плане потолка, являясь частью основного секущего диапазона, обычно располагается выше секущей плоскости вида в плане, и часто размещается над верхней отметкой дверей или окон;
- область между секущей плоскостью и верхним пределом секущего диапазона определяет основной секущий диапазон вида; нижнее значение диапазона вида в плане потолка не используется; для элементов, попадающих в основной секущий диапазон, используется вес линий проекции;
- глубина вида определяется в направлении вверх от секущей плоскости, и для элементов, находящихся вне основного секущего диапазона, но в пределах глубины вида, используется стиль линий «Вне пределов».

Фрагменты плана используются для управления внешним видом основы и размещенных элементов — большей частью окон и дверей в стенах, если их отметка влияет на их видимость. Фрагменты плана не используются для контроля видимости элементов МЕР.

Создание фрагмента плана

С помощью фрагмента плана можно определить секущую плоскость на высоте, отличающейся от высоты секущей плоскости, которая используется для остальной части вида в плане. Выполните для этого следующие операции.

1. Откройте вид в плане.
2. Выберите вкладку "Вид" > панель "Создание" > раскрывающийся список "Виды в плане" >  ("Фрагмент плана").
3. Постройте замкнутый контур из отрезков, прямоугольников или многоугольников.
4. На палитре свойств для параметра "Секущий диапазон" выберите "Редактировать".
5. В диалоговом окне "Секущий диапазон" укажите основной секущий диапазон и плоскость проекций.

6. Если параметру "Секущая пл." присвоено значение "Уровень родительского вида", то для задания секущего диапазона (верхнего предела, нижнего предела, секущей плоскости и плоскости проекций) используйте тот же уровень, что и на виде в плане.
7. Нажмите "ОК" для выхода из диалогового окна "Секущий диапазон".
8. На панели "Режим" щелкните значок  ("Выход из режима редактирования").

Смещение для одного параметра следует задавать с учетом значений смещения для других параметров. Например, значение смещения для параметра "Верх" не может быть меньше значения смещения для секущей плоскости, а оно в свою очередь не может быть меньше значения смещения для параметра "Низ".

Для изменения формы фрагмента плана не нужно переключаться в режим работы с эскизом. Каждая граничная линия фрагмента плана является ручкой формы, как показано на рисунке 3.22. Для изменения размера фрагмента необходимо выбрать ручку формы и перетащить ее в желаемую позицию.

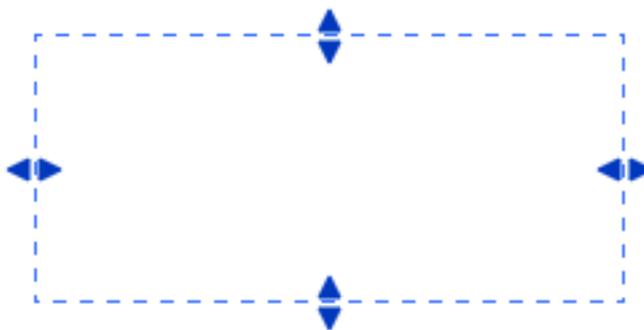


Рисунок 3.22 Ручки формы для изменения фрагмента плана

Вид в разрезе

Виды этого типа показывают модель в разрезе (рисунок 3.23). Их можно создавать на видах в плане, разрезах, фасадах и видах узлов. На пересекающихся видах они отображаются в виде представлений.

- Вкладка "Вид" > панель "Создание" >  "Разрез"

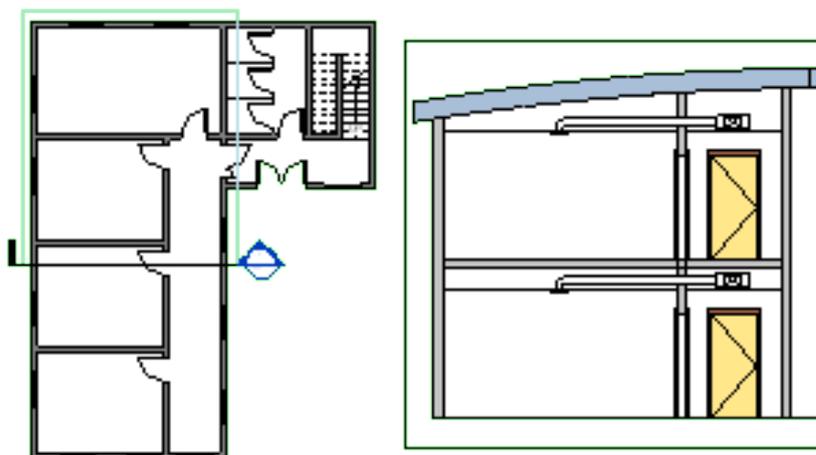


Рисунок 3.23 Создание разреза

Свойства разреза

Управление видом марок и меток.

Каждый разрез имеет свойства типа для марок разрезов, марок фрагментов и меток ссылок. Для определения внешнего вида марок разрезов и фрагментов выберите вкладку "Управление" > панель "Параметры" > раскрывающийся список "Дополнительные параметры" >  ("Марки фрагментов") или  ("Марки разрезов"). Параметр "Метка ссылки" задает текст, отображаемый рядом с маркой разреза, если разрез является ссылочным. Свойства разреза "Номер вида" и "Номер листа" изменять нельзя. Эти значения автоматически подставляются при добавлении вида в разрезе на лист.

Создание вида разреза

Для задания нового вида разреза добавьте линию сечения и область подрезки. Выполните для этого следующие операции.

1. Откройте вид в плане, в разрезе, вид фасада или вид узла.
2. Выберите вкладку "Вид" > панель "Создание" >  ("Разрез").

3. (Необязательная операция.) Для изменения существующего типа вида или для создания нового типа вида в окне "Выбор типа" выберите в списке тип вида или нажмите кнопку "Редактировать тип".
4. Установите курсор в начальной точке разреза и перетащите его через модель или семейство. Существует возможность привязки линии сечения параллельно или перпендикулярно неортогональной базе или стене. На видах в плане можно выполнить привязку к стене.
5. Щелкните для указания конечной точки разреза. На экране появляется выделенная линия разреза и область подрезки (рисунок 3.24).

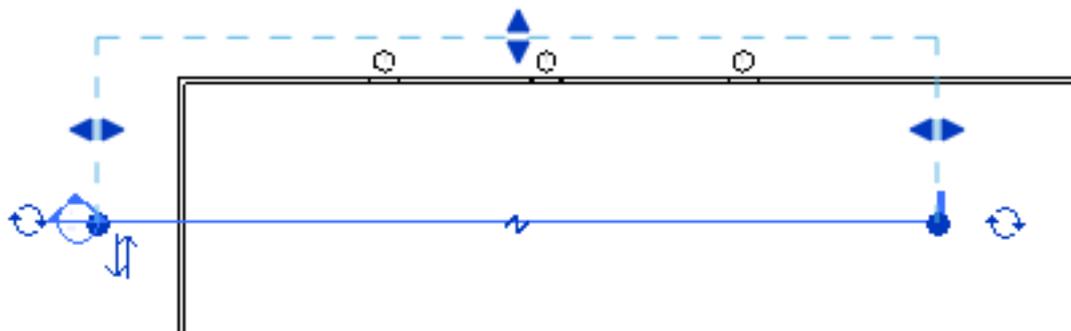


Рисунок 3.24 Область подрезки

6. При необходимости измените размеры области подрезки, выполнив перетаскивание синих элементов управления (рисунок 3.24). Глубина вида в разрезе изменяется соответствующим образом.
7. Нажмите "Изменить" или клавишу Esc, чтобы завершить работу с инструментом "Разрез".
8. Для открытия вида разреза дважды щелкните на заголовке разреза или выберите вид разреза в группе "Разрезы" в окне "Диспетчер проекта". Вид в разрезе изменяется при изменении модели или перемещении линии разреза.

Временное скрытие или изоляция элементов и категорий элементов

Видимость элемента восстанавливается после закрытия проекта, если изменения не были сделаны постоянными. Команда "Временное

скрытие/изоляция" не влияет на печать чертежей. Для временного скрытия/изоляции элементов и категорий элементов выполните следующие операции.

1. Выберите один или несколько элементов в области рисования.
2. Щелкните на панели управления видом элемент  ("Временное скрытие/изоляция") и выберите один из следующих параметров:
 - изолировать категорию (**IC**) – тогда, например, при выборе нескольких стен и дверей в виде останутся видимыми только стены и двери.
 - скрыть категорию (**HC**) (скрытие всех выбранных категорий на данном виде) – тогда, например, при выборе нескольких стен и дверей все стены и двери в виде будут скрыты;
 - изолировать элемент (**HI**) (изоляция только выбранных элементов);
 - скрыть элемент (**HI**) (скрытие только выбранных элементов).

При временном скрытии элемента или категории элементов значок "Временное скрытие/изоляция" приобретает рамку (). Для выхода из режима временного скрытия/изоляции без сохранения изменений необходимо на панели управления видом нажать  и выбрать "Восстановить исходный вид" (**HR**). Все временно скрытые элементы становятся видимыми. Для выхода из режима временного скрытия/изоляции с сохранением изменений необходимо на панели управления видом нажать  и выбрать "Применить режим скрытия/изоляции к виду". Скрытые элементы при необходимости можно показать и восстановить и после сохранения настройки скрытия элементов.

MEP-моделирование

Общие сведения

Программный продукт Autodesk Revit® MEP (MEP, mechanical, electrical, and plumbing modeling – моделирование по механическим, электрическим и сантехническим специальностям) позволяет проектировать, рассчитывать и

документировать инженерные системы на основе информационного моделирования со всеми преимуществами последнего – точностью, согласованностью, полнотой устранения коллизий, координированной работой различных специалистов на единой платформе Autodesk Revit, и т.д. Проекты MEP обычно создаются на основе связанных архитектурных моделей. При расчете отопительных и холодильных нагрузок для проекта необходимо включать служебные помещения и каналы для прокладки сетей. Поэтому зачастую возникает необходимость добавления в архитектурную модель уровней, чтобы можно было определить весь объем проекта MEP.

Далее будут приведены рекомендации непосредственно по способам конкретной работы с интерфейсом Autodesk Revit MEP.

Настройки проекта MEP. Алгоритм настройки нового проекта

Рекомендации по способам настройки нового проекта в Autodesk Revit MEP.

1. Создайте новый проект: возьмите за основу шаблон по САПР/ВІМ, либо воспользуйтесь одним из предусмотренных в Revit шаблонов. В шаблоне определены многие параметры, характерные для данной категории.
2. Свяжите проект с моделью: это может быть необходимо, например, для задания относительного расположения отдельных зданий на территории или для координации работ специалистов различных дисциплин – архитекторов, конструкторов, инженеров.
3. Определите уровни для модели: добавьте в проект–основу уровни, соответствующие уровням в связанной модели. Создайте дополнительные уровни для служебных пространств, чтобы можно было разместить эти пространства и учитывать весь объем проекта.
4. Отслеживайте изменения в связанной модели: распознавать наличие изменений в связанной модели можно с помощью инструмента "Копирование/Мониторинг".

Пространства и зоны предназначены для хранения информации, необходимой для проектирования систем, удовлетворяющих

предусмотренным проектом требованиям к системам отопления, охлаждения, освещения и пожаротушения.

Создание проекта из меню приложения

При создании проекта из меню приложения в качестве начальной точки проекта можно использовать шаблон или параметры по умолчанию.

Создание проекта на основе шаблона

1. Выберите  > "Создать" >  ("Проект").
2. В диалоговом окне "Новый проект" в группе "Файл шаблона" выполните одно из следующих действий:
 - Выберите шаблон из списка.
 - Нажмите кнопку "Обзор", перейдите к нужному шаблону (файл RTE) и нажмите кнопку "Открыть".
 - В Revit предусмотрено несколько шаблонов проекта, которые хранятся в папке шаблонов, имеющей следующее местоположение:
%ALLUSERSPROFILE%\Autodesk\<имя и версия программы>
3. Для параметра "Создать новый" выберите "Проект".
4. Нажмите "ОК".

Программа создаст новый проект, используя в качестве начальной точки выбранный шаблон.

Создание проекта с использованием параметров по умолчанию (без шаблона)

- Выберите  > "Создать" >  ("Проект").
- В диалоговом окне "Новый проект" в группе "Файл шаблона" выберите "Нет".
- Для параметра "Создать новый" выберите "Проект".
- Нажмите "ОК".

- В диалоговом окне "Неопределенная система измерения" выберите "Метрическая".

Программа создаст новый проект, используя в качестве начальной точки параметры по умолчанию.

Связывание одной модели с другой

Откройте существующую модель и создайте на нее ссылку из другой модели.

1. Откройте существующий или создайте новый проект. С этим проектом будет связан другой проект.
2. Выберите вкладку "Вставка" > панель "Связь" >  ("Связь Revit").
3. В диалоговом окне "Импорт/связь с RVT" выберите модель, связь с которой требуется сформировать. При использовании A360 Collaboration for Revit связь можно сформировать только с моделью в текущем проекте A360.
4. В области "Размещение" выполните требуемые настройки. В большинстве случаев следует выбрать "Авто – Совмещение начал координат". Если в текущем проекте используются общие координаты, выберите "Авто – По общим координатам" (см. раздел Общие позиции, раздел Параметры импорта и связывания).
5. Нажмите кнопку "Открыть".

Если связанный проект не отображается в области рисования, выполните следующие действия:

1. В разделе свойств вида для параметра "Категория" выберите значение "Координация". Такая настройка гарантирует, что на виде будут отображаться элементы для всех категорий (архитектура, несущие конструкции, системы ОВиВК и электрооборудование).
2. (Необязательная операция) Для отображения связанного проекта в полутонах в поле свойства "Переопределения видимости/графики" нажмите кнопку "Редактировать". На вкладке "Связанные файлы" для связанного проекта установите флажок "Полутона" и нажмите "ОК".

Выбрав связанную модель на виде, можно перетаскивать, копировать, вставлять, перемещать и поворачивать ее. Также можно выполнять отслеживание сеток, уровней и других существенных элементов в связанном проекте (см. раздел Скоординированное изменение проекта).

Импорт изображений

Растровые изображения можно импортировать в проект для использования в качестве фоновых изображений или в качестве вспомогательных визуальных средств при моделировании. На листы можно также поместить импортированные изображения:

- Вкладка "Вставка" > панель "Импорт" >  (Изображение)
- Вкладка "Вставка" > панель "Импорт" >  (Управление изображениями)

Чтобы разместить изображения на поверхностях модели здания для визуализации (например, знаки, вывески или доски объявлений), используйте деколи.

Дополнительные темы для самостоятельного изучения (материал доступен по гиперссылкам)

- Импорт изображений. Импортировать изображения можно с помощью инструмента "Изображение" или путем перетаскивания из Проводника Windows®. Изображения можно импортировать только на 2D виды.
- Редактирование изображений. Для редактирования изображений можно использовать инструменты (такие как "Повернуть" и "Копировать") на вкладке "Изменение растровых изображений". Эта вкладка появляется при выборе изображения в области рисования.
- Управление изображениями. В диалоговом окне "Управление изображениями" отображается список растровых изображений модели, содержащий, в частности, все визуализированные изображения, сохраненные в модели. Это диалоговое окно также можно использовать для

добавления изображений в модель, которую требуется связать с элементами в целях создания спецификации.

- Практические рекомендации: хранение файлов изображений. Храните файлы изображений, связанные с проектом, в одной папке.

Добавление уровней

Можно создавать не только уровни для каждого этажа в здании, но и базовые уровни, например, уровень подоконника. Для размещения уровней необходимо сделать текущим вид фасада или разреза.

- 1) Выберите на ленте элемент  («Уровень») одним из двух способов:
 - a) вкладка «Архитектура» > панель «База» >  («Уровень»);
 - b) вкладка «Конструкция» > панель «База» >  («Уровень»).
- 2) Поместите курсор в область рисования и щелкните мышью. Если при размещении курсора для создания уровня стрелка курсора совмещается с уже существующей линией уровня, то отображается текущий вертикальный размер между курсором и этой линией уровня.
- 3) Создайте линию уровня, горизонтально перемещая курсор. По умолчанию на панели параметров установлен флажок «Создать вид сверху». Это значит, что каждый из создаваемых уровней является уровнем этажа и с ним связаны виды плана этажа и соответствующего зеркального отображения потолка. Нажав кнопку «Типы видов в плане» на панели параметров, можно выбрать, какие типы видов должны создаваться вместе с уровнем. Если снять флажок «Создать вид сверху» на панели параметров, то уровень будет считаться не связанным с этажами или же базовым, и не будет создано ни одного связанного с ним вида в плане. Стены и другие привязанные к уровню элементы могут использовать базовые уровни как базовую зависимость и зависимость сверху. При создании линий уровня их концы могут выравниваться один относительно другого. В этом случае при выборе

линии отображается значок замка. При горизонтальном смещении уровня все выровненные с ним линии перемещаются соответственно.

- 4) Щелкните мышью по достижении линией уровня требуемой длины.
- 5) Если уровень нужно переименовать, щелкните мышью по номеру уровня. Щелкнув мышью по размеру, можно изменить высоту уровня.
- 6) Каждому созданному уровню Revit присваивает название (например, «Уровень 1») и обозначение . Переименовать какой-либо уровень можно непосредственно в Диспетчере проекта. При переименовании уровня отображается запрос на переименование связанного плана-этажа и плана потолка.

Копирование/Мониторинг

Когда над проектом совместно работают несколько групп, эффективный мониторинг и координация могут помочь в сокращении количества ошибок и дорогостоящих переделок. Инструмент "Копирование/Мониторинг" позволяет обеспечить передачу информации об изменениях в проекте другим рабочим группам. Копирование/мониторинг используется, если:

- архитекторы, специалисты по несущим конструкциям и инженеры работают с программным обеспечением Revit;
- каждую рабочую группу следует информировать об изменениях в уровнях, сетках и других элементах;
- группы будут формировать связи файлов проекта для работы над одним и тем же проектом здания;
- каждая рабочая группа работает с собственной редакцией файла проекта и использует программу Revit для разработки конструктивных решений, относящихся к своему разделу проекта;
- все файлы проекта здания связаны друг с другом, с целью обеспечения совместного доступа к информации об изменениях в отслеживаемых элементах проекта.

Альтернативный способ рассмотрен в разделе Копирование/мониторинг и совместная работа над проектами.

Ниже приведен пример подобного процесса.

- Архитектор проектирует архитектурную модель.
- Инженер-строитель создает пустой проект несущих конструкций и использует инструмент "Копирование/Мониторинг" для копирования уровней и сеток из связанной архитектурной модели, на основе которых будут проектироваться несущие конструкции.
- Архитектор формирует связь модели несущих конструкций с архитектурным проектом для отслеживания уровней и сеток.
- Если один участник проектной группы (архитектор или инженер-строитель) в какой-либо момент перемещает или изменяет уровень или сетку, другой участник получает уведомление об этом изменении.
- Инженер-механик создает пустой проект систем ОВиК и использует инструмент "Копирование/Мониторинг" для копирования уровней из связанной архитектурной модели, на основе которых будут проектироваться механические конструкции.
- Если архитектор в какой-либо момент перемещает или изменяет уровень, инженер-механик получает уведомление об этом изменении.

Инструмент "Копирование/Мониторинг" используется для отслеживания изменений в элементах следующих типов: уровни, сетки, колонны (не наклонные), стены, перекрытия, проемы, приборы МЕР.

Можно задать, следует ли отслеживать при мониторинге стен проемы, в том числе дверные и оконные проемы, а при мониторинге перекрытий – вставленные объекты и проемы в перекрытиях, такие как шахты.

Инструмент "Копирование/Мониторинг" не предназначен для работы с наклонными колоннами, контекстными элементами, вариантами конструкций, с поэтапным распределением в проекте.

Если требуется обеспечить представление контекстных элементов из связанной модели, необходимо выполнить копирование в одном проекте и вставку в другом проекте (см. раздел Копирование элементов из связанной модели). При использовании инструмента "Копирование/Мониторинг" для копирования элемента из связанной модели в текущий проект значению свойства "Стадия" для текущего вида присваивается свойство "Стадия возведения" для копируемого элемента. Он не наследует стадию, назначенную исходному элементу в связанной модели. Для свойства "Стадия сноса" устанавливается значение "Нет". Также см. раздел Сопоставление стадий между связанными моделями.

Копирование приборов MEP

При совместной работе инженеров-механиков и архитекторов над проектом во многих случаях архитектор сначала создает модель здания, указывая требуемое местоположение приборов. Затем инженеры-механики добавляют в проект дополнительные элементы - соединители, трубы, кабели и т. п.

Для получения точной информации об архитектурной модели и ее текущих обновлениях инженер-механик может связать архитектурную модель с проектом, и с помощью инструмента "Копирование/Мониторинг" скопировать приборы в проект MEP. Когда архитектор добавляет, удаляет или изменяет приборы, инженер-механик получает уведомление об изменениях из Revit MEP. После этого он может соответствующим образом обновить проект MEP.

Дополнительные темы для самостоятельного изучения (материал доступен по гиперссылкам)

1. Приборы. Инструмент "Копирование/Мониторинг" позволяет копировать приборы MEP из архитектурной модели в проект MEP и выполнять мониторинг изменений этих приборов.
2. Типы копируемых приборов.

3. Копирование приборов для совместных проектов MEP. При копировании приборов из связанной модели в совместный проект MEP приборы копируются в активный рабочий набор.
4. Параметры координации
5. Параметры координаций по умолчанию. Перед копированием приборов из связанной модели в проект MEP можно задать параметры по умолчанию для режимов копирования приборов для каждой категории приборов.
6. Режимы копирования приборов. Перед копированием приборов из связанной модели в проект MEP или непосредственно в процессе копирования следует задать в диалоговом окне Определение параметров координации режим копирования для каждой категории приборов.
7. Режимы сопоставления для приборов. Перед копированием приборов из связанной модели в проект MEP или непосредственно в процессе копирования следует задать в диалоговом окне Определение параметров координации режим сопоставления для каждой категории приборов.
8. Рабочий процесс: приборы. Дано описание стандартной процедуры копирования приборов из архитектурной модели в модель MEP.
9. Определение параметров координации
10. При копировании приборов из связанной модели в проект MEP в диалоговом окне "Параметры координаций" следует задать режимы копирования, режимы сопоставления и сопоставление типов для каждой категории приборов.
11. Копирование приборов для мониторинга. Дано описание процедуры копирования приборов из связанной модели в проект MEP с помощью инструмента "Копирование/Мониторинг".
12. Игнорирование приборов. При связывании модели с проектом MEP в некоторых случаях не требуется копирование всех приборов в проект.
13. Поиск новых или нескопированных приборов

Копирование уровней для мониторинга

Можно копировать уровни из связанной модели в текущий проект и выполнять мониторинг их изменений (см. раздел Копирование/мониторинг). Инструкции по копированию элементов другого типа для мониторинга приведены в разделе Копирование элементов для мониторинга.

Процедура копирования уровней для мониторинга

1. Откройте существующий или создайте новый проект. Будет выполнено копирование уровней из модели Revit в данный проект.
2. Подготовьте вид:
 - а. откройте вид фасада;
 - б. в разделе свойств вида для параметра "Категория" выберите значение "Координация".

Такая настройка гарантирует, что на виде будут отображаться элементы для всех категорий (архитектура, несущие конструкции, системы ОВиВК и электрооборудование).

3. Удалите существующие уровни из текущего проекта. При удалении существующих уровней в Revit также удаляются соответствующие виды в плане для удаляемых уровней. Новые виды в плане будут созданы на основе скопированных уровней. Для Revit Architecture и Revit Structure можно удалить все уровни, кроме одного. Измените имя этого уровня на "Исходный уровень" и измените его границы (до левого и правого пределов области рисования), чтобы его можно было отличить от скопированного уровня и впоследствии удалить.
4. Сформируйте связь модели с текущим проектом (см. раздел Связывание одной модели с другой).
5. Во избежание случайного перемещения связанной модели закрепите ее, выполнив для этого следующие действия:

- a. в области рисования выберите связанную модель (совет: наведите курсор на связанную модель в области рисования, и при выделении ее границы щелкните, чтобы выбрать модель);
 - b. выберите вкладку "Изменить | Связанные файлы" > панель "Редактирование" >  ("Прикрепить").
6. Задайте отображение связанной модели в полутонах, что позволяет отличать ее элементы от элементов в текущем проекте (необязательный шаг, см. раздел Отображение связанной модели в полутонах).
7. Обратитесь к инструменту "Копирование/Мониторинг":
 - a. выберите вкладку "Совместная работа" > панель "Координация" > раскрывающийся список "Копирование/Мониторинг" >  ("Выбрать связь");
 - b. выберите связанную модель в области рисования.
8. Задайте параметры для копируемых уровней – например, можно задать смещение для уровней или добавить к именам уровней префикс или суффикс (см. раздел Назначение параметров для копирования/мониторинга).
9. Копируйте уровни для процедуры мониторинга:
 - a. выберите вкладку "Копирование/Мониторинг" > панель "Инструменты" >  ("Копировать");
 - b. в связанной модели выберите уровни для копирования;
 - c. чтобы выбрать несколько уровней, на панели параметров установите флажок "Несколько", затем выберите уровни в области рисования и нажмите "Завершить" на панели параметров; при этом можно использовать рамку выбора и фильтр для выбора всех уровней в связанной модели (см. раздел Выбор элементов с использованием фильтра).
 - d. Выберите вкладку "Копирование/Мониторинг" > панель "Копирование/Мониторинг" >  ("Завершить").

Скопированные уровни теперь отображаются в текущем проекте. При выборе скопированного уровня рядом с ним отображается значок мониторинга  (рисунок 3.25). Он указывает на наличие взаимосвязи с исходным уровнем в связанной модели.



Рисунок 3.25 Мониторинг связанных уровней

Если уровни перемещают, изменяют или удаляют в связанной модели, пользователь получает предупреждение об изменениях, когда открывает текущий проект или выполняет повторную загрузку связанной модели. Эти предупреждения также отображаются при выполнении просмотра координаций (см. раздел Просмотр координаций).

10. В проектах Revit Architecture и Revit Structure удалите оставшийся в текущем проекте исходный уровень. При удалении уровня приложение Revit удаляет и связанный с ним вид в плане. При удалении последнего уровня в проекте Revit Architecture вид стройплощадки также будет удален. Инструкции по созданию нового вида площадки приведены в разделе Удален план стройплощадки.
11. Создайте виды в плане для новых уровней:

- a. выберите вкладку "Вид" > панель "Создание" > раскрывающийся список "Виды в плане" и выберите требуемый тип вида в плане;

- b. в диалоговом окне "Новый план" выберите в списке один или несколько уровней и нажмите кнопку "ОК";
- c. повторите эту процедуру для создания других типов видов в плане (необязательные операции);
- d. создайте в Revit Structure планы аналитической модели, соответствующие планам несущих конструкций (см. раздел Шаблоны проекта несущих конструкций и просмотр аналитической модели).

12. Имена видов в плане отображаются в Диспетчере проекта. Для переименования вида щелкните правой кнопкой мыши на имени вида и выберите пункт "Переименовать".

13. Скройте связанную модель (необязательный шаг).

Дополнительные темы для самостоятельного изучения (материал доступен по гиперссылкам)

1. Условия использования инструмента "Копирование/Мониторинг"
2. Область действия функций копирования или мониторинга
3. Способы копирования/мониторинга. При обращении к инструменту "Копирование/Мониторинг" можно выбрать пункт "Использовать текущий проект" или "Выбрать связь".
4. Копирование элементов в текущий проект. При обращении к инструменту «Копирование/Мониторинг», выборе пункта «Использовать текущий проект» и последующем выборе режима «Копировать» можно выполнять копирование и мониторинг выбранных элементов в рамках одного и того же проекта.
5. Копирование элементов из связанной модели. При обращении к инструменту «Копирование/Мониторинг», выборе пункта «Выбрать связь» и последующем выборе режима «Копировать» можно копировать элементы из связанной модели в текущий проект и отслеживать изменения в исходных элементах.

6. Мониторинг элементов в текущем проекте. При обращении к инструменту «Копирование/Мониторинг», выборе пункта «Использовать текущий проект» и последующем выборе режима «Мониторинг» можно организовать взаимосвязи между элементами в текущем проекте и отслеживать изменения в элементах.
7. Мониторинг элементов в связанной модели. При обращении к инструменту «Копирование/Мониторинг», выборе пункта «Выбрать связь» и последующем выборе режима «Мониторинг» можно организовать взаимосвязи между элементами в связанной модели и соответствующими элементами в текущем проекте и отслеживать изменения элементов в связанной модели.
8. Копирование/мониторинг и совместная работа над проектами. Функции копирования/мониторинга, кроме того, можно использовать для координации изменений в проекте, над которым ведется совместная работа.

Географическое положение и ориентация проекта

При MEP-моделировании необходимо указывать географическое положение модели для зависящих от него расчетов. При необходимости можно будет затем изменить направления на условный и истинный север.

Задание географического местоположения

При создании проекта следует задать географическое местоположение по почтовому адресу, ближайшему крупному городу или широте и долготе. Этот параметр, относящийся к проекту в целом, упрощает формирование теней с учетом местоположения для таких видов, как расчеты инсоляции и обходы. Местоположение является основой для сведений о погодных условиях, используемых при расчете энергопотребления. Для проектировщиков систем здания сведения о погодных условиях также напрямую влияют на требования

по отоплению и охлаждению для проекта. Для задания географического местоположения выполните следующие действия.

1. Выберите вкладку "Управление" > панель "Местоположение проекта" >  "Позиция".
2. В диалоговом окне "Местоположение, погодные условия и площадка" перейдите на вкладку "Местоположение".
3. В разделе "Параметры определения местоположения" выберите один из нижеследующих вариантов.

3.1. Список городов по умолчанию: список крупных городов для выбора местоположения. До выбора пользователем другого местоположения проекта задано местоположение <По умолчанию>, соответствующее широте и долготе крупного города, выбранного для данного региона. Подключение к Интернету не требуется. При выборе города в разделе "Список городов по умолчанию" на вкладке "Погодные условия" в Revit автоматически вводятся данные с ближайшей метеостанции, указанной в руководстве ASHRAE Handbook за 2007 г., в где имеется и несколько российских городов. Режим "**Список городов по умолчанию**" рекомендуется использовать для определения параметров в системах ОВК

3.2. Картографическая интернет-служба: если компьютер подключен к Интернету, в этом режиме отображается интерактивная карта, предоставляемая картографической службой Bing™. До выбора пользователем другого местоположения проекта задано местоположение <По умолчанию>, соответствующее широте и долготе крупного города, выбранного для данного региона. Для доступа к полному набору функций картографической интернет-службы требуется действующее подключение к Интернету. Указать местоположение проекта данным способом можно и при отсутствии соединения с сетью Интернет, однако задать соответствующие местоположению значения широты и долготы

можно только после восстановления соединения в соответствии с описанием в данном разделе.

3.3. Участникам программы подписки Autodesk предоставляется также доступ к списку метеостанций, что позволяет выбирать метеоданные для расчетов. Метеоданные по всей территории Земли предоставляются с интервалом 12 км, за исключением данных по США за 2004 г., которые предоставляются с интервалом 20 км. Новые данные добавляются ежегодно.

3.4. Проектировщикам систем здания: если на вкладке "Погодные условия" выбран режим "Использовать данные метеостанции при расчете проектных данных ОВК", то поля будут автоматически заполнены данными соответствующей метеостанции.

4. Задайте местоположение проекта одним из указанных ниже способов

4.1. Список городов по умолчанию:

4.1.1. **Ближайший крупный город.** Выберите город в списке "Город".

4.1.2. Отображаются соответствующие значения параметров "Широта", "Долгота" и "Часовой пояс".

4.1.3. **Точное местоположение.** Введите значения параметров "Широта" и "Долгота".

4.2. **Картографическая интернет-служба:** введите в поле "Адрес проекта" почтовый адрес, включая город и страну, или введите широту и долготу проекта и нажмите "Поиск". Широта и долгота вводятся в формате <широта>,<долгота>. Значение, введенное в поле "Адрес проекта" в этом диалоговом окне, не влияет на адрес проекта, отображаемого в основных надписях листов проекта.

4.3. Отображаются результаты поиска. В случае появления каких-либо из приведенных ниже предупреждений выполните необходимые действия (подробные сведения приведены в разделе Устранение неполадок при работе с диалоговым окном "Местоположение").

4.3.1. **Невозможно определить адрес.** Уточните адрес проекта и введите "Поиск", а в случае задания нового адреса введите ближайший адрес, нажмите "Поиск" и затем перетащите инструмент закрепления местоположения проекта на карте  в требуемое местоположение.

4.3.2. **Найдено несколько результатов.** На подсказке по местоположению проекта щелкните одну из гиперссылок.

4.3.3. **Нет соединения с сетью Интернет.** Проверьте соединение с сетью Интернет. При отсутствии соединения нажмите "ОК" для закрытия диалогового окна "Местоположение" и сохранения адреса проекта. Если в диалоговом окне выводится уведомление о несоответствии между введенным адресом проекта и выбранным местоположением на карте, нажмите "Продолжить". Если возможность доступа к Интернету отсутствует, выполнение следующих шагов не требуется, адрес проекта сохраняется в текстовом формате. Если доступ к Интернету отсутствует временно, после восстановления соединения снова откройте диалоговое окно "Местоположение", нажмите "Поиск" и продолжите выполнение шагов данной процедуры.

4.4. При необходимости воспользуйтесь указанными ниже инструментами настройки карты.

4.4.1. **Панорамирование.** При наведении курсора на карту он приобретает форму ладони: в этом режиме можно панорамировать вид путем перетаскивания карты.

4.4.2. **Изменение масштаба.** Используйте колесико мыши для увеличения и уменьшения изображения.

5. Выполните требуемую корректировку с помощью инструментов закрепления.

5.1. **Инструмент закрепления местоположения проекта на карте.** При перемещении инструмента для закрепления местоположения проекта  в поле "Адрес проекта" отображается значение широты/долготы, по

которому можно выполнять поиск. Для определения адреса и его отображения в поле "Адрес проекта" нажмите "Поиск". В случае обнаружения нескольких результатов на подсказке по местоположению проекта щелкните одну из гиперссылок, соответствующих различным местоположениям.

5.2. Инструменты закрепления метеостанций на карте. Для участников программы подписки Autodesk на карте предусмотрены инструмент закрепления метеостанции для проекта , и инструменты закрепления альтернативных метеостанций  – восьми ближайших к заданному местоположению проекта метеостанций. Эти же восемь метеостанций отображаются в списке "Метеостанции". По умолчанию ближайшая из них определяется как метеостанция для проекта. При наведении курсора на инструмент закрепления метеостанции отображается подсказка со следующими сведениями о ней: идентификатор станции, год получения последних метео данных, широта, долгота, расстояние от местоположения проекта и отметка. Для изменения метеостанции необходимо щелкнуть на инструменте закрепления альтернативных метеостанций или выбрать другую метеостанцию в списке "Метеостанции".

5.3. Если проект расположен в зоне, в которой осуществляется переход на летнее время, и требуется скорректировать расположение теней с учетом летнего времени, установите флажок "Переходить на летнее время".

5.4. Проектировщикам систем здания: перейдите на вкладку "Погодные условия" и проверьте значения "Проектная температура охлаждения", "Проектная температура отопления" и "Коэффициент облачности" для заданного местоположения.

5.5. Необязательное действие: настройте параметры "Проектная температура охлаждения", "Проектная температура отопления" и "Коэффициент облачности" для заданного местоположения.

5.5.1. Если местоположение проекта задано с помощью команды "Список городов по умолчанию", погода по умолчанию определяется в соответствии с показателями ближайшей метеостанции из перечисленных в справочнике ASHRAE за 2007 г. В некоторых отдаленных местах, однако, ближайшая метеорологическая станция по справочнику ASHRAE может находиться на расстоянии нескольких сотен километров. Для таких мест или для зон с уникальными климатическими условиями устанавливаемые по умолчанию параметры погодных условий могут оказаться неподходящими. В подобных ситуациях следует снять флажок "Использовать ближайшую метеостанцию" и затем переопределить используемые по умолчанию значения.

5.5.2. Для участников программы подписки Autodesk при наличии подключения к Интернету в полях на вкладке "Погодные условия" автоматически вводятся не данные ASHRAE, а данные с выбранной метеостанции. В большинстве случаев климатические условия на выбранной метеостанции сходны с условиями в местоположении проекта. Однако если проект расположен в зоне с уникальным местным климатом, используемые по умолчанию погодные условия могут оказаться неподходящими. В подобных ситуациях следует снять флажок "Использовать данные метеостанции при расчете проектных данных ОВК" и затем переопределить используемые по умолчанию значения.

6. Нажмите "ОК".

Условный и истинный север

Для всех моделей предусмотрено две ориентации с северным направлением: условный север и истинный север. Ориентация Условный север обычно основана на главной оси, через которую проходит геометрия здания. Это влияет на создание эскиза в видах и на размещение видов на

листах. При проектировании модели совместите «условный север» с верхней частью области чертежа. Эта стратегия упрощает процесс моделирования.

Истинный север — это ориентация по направлению на север, определяемая фактическими условиями площадки. Во избежание путаницы определяйте истинный север только после начала моделирования с условным севером, совмещенным с верхней частью области чертежа, и после получения надежных координат съемки. В плане стройплощадки на рисунке 3.26 аннотационное обозначение стрелки на север показывает направление на истинный север.

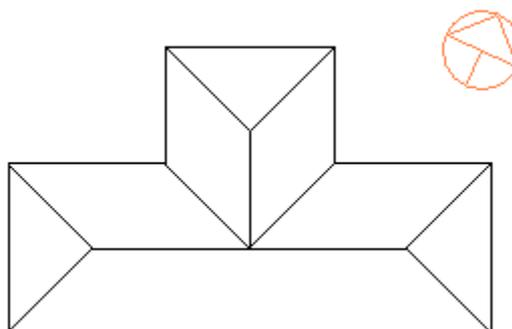


Рисунок 3.26 Аннотационное обозначение стрелки, указывающей направление на истинный север

Создание любой модели начинается с сопоставления условного севера и истинного севера с верхней частью области рисования в соответствии с точкой съемки  и базовой точкой проекта  на виде генплана (рисунок 3.27).

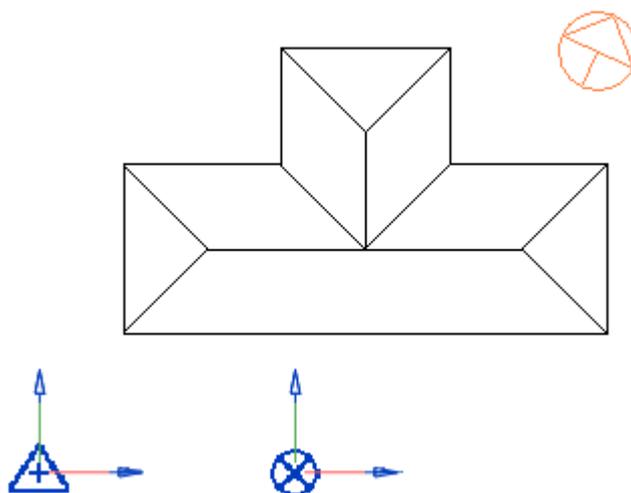


Рисунок 3.27 Вид генплан с обозначениями точки съемки и базовой точки проекта

Ориентация вида по истинному северу

Можно повернуть вид, сориентировав его по истинному северу (вместо условного севера, который расположен в верхней части вида). Поворот вида к истинному северу обеспечивает правильное падение света на различные стороны модели здания и точную имитацию траектории движения солнца по небу, правильность расчетов инсоляции и визуализации (чтобы не допустить ошибки при ориентации сторон моделируемого здания по естественному освещению), расчетов энергопотребления, расчета отопительных и холодильных нагрузок. Для ориентации вида по истинному северу выполните следующие действия.

1. Откройте вид в плане. Если требуется повернуть 3D вид к истинному северу, воспользуйтесь видовым кубом.
2. Перейдите к свойствам вида.
3. На палитре свойств для параметра "Ориентация" выберите "Истинный север" и нажмите "Применить". Такое изменение ориентации обеспечивает точное отображение теней на виде в плане (см. раздел Отображение солнца и теней).
4. Для ориентации проекта по истинному северу выполните следующие действия.
 - 4.1. Перейдите на вкладку "Управление" > панель "Местоположение проекта" > раскрывающийся список "Положение" >  "Повернуть истинный север"
 - 4.2. Поверните модель здания одним из указанных ниже способов.
 - 4.1.1. Для установки угла поворота на панели параметров для параметра "Угол между условным и истинным севером" введите нужное значение. Например, если разность между условным севером (направлением вверх на виде) и истинным севером составляет 45 градусов, введите 45. Модель на виде поворачивается на указанный угол (рисунок 3.28).

4.1.2. Для ориентации модели по истинному северу графическим способом щелкните на виде (этот способ аналогичен работе с инструментом "Повернуть").

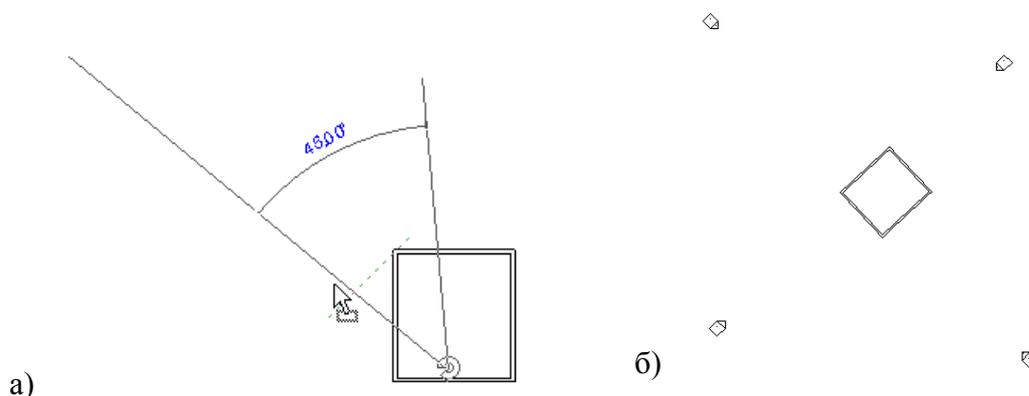


Рисунок 3.28 а) - поворот модели здания на плане, ориентированном по истинному северу; б) - вид в плане с моделью здания, ориентированной по истинному северу

Поворот северного (условного) положения для проекта

Инструмент [Повернуть условный север](#) можно использовать для всей модели на видах в плане, чтобы менять ориентацию модели в верхней части области чертежа. Например, если в проектной организации используются листы с книжной ориентацией, можно повернуть условный север и выровнять тем самым вертикальную ось модели, упростив размещение видов на листах.

Инструмент "Повернуть условный север": позволяет влиять на элементы модели и характерные только для видов элементы узлов, включая текстовые примечания, линии детализации, цветовые области, пометочные облака и др., на виды в плане, для свойства "Ориентация" которых выбрано значение "Условный север". Вместе с тем, он не оказывает влияния на чертежные виды, фрагменты видов в плане и другие типы видов. Также инструмент обеспечивает сохранение относительного положения связей, позволяет выполнить поворот деколей, применяемых к поверхностям.

Если для модели активирована совместная работа, перед поворотом модели необходимо убедиться в том, что все изменения проверены и в

настоящее время модель не используется. После поворота модели на "Условный север" необходимо создать новую модель из хранилища.

На рисунке 3.29 показана модель до и после использования инструмента "Повернуть условный север".

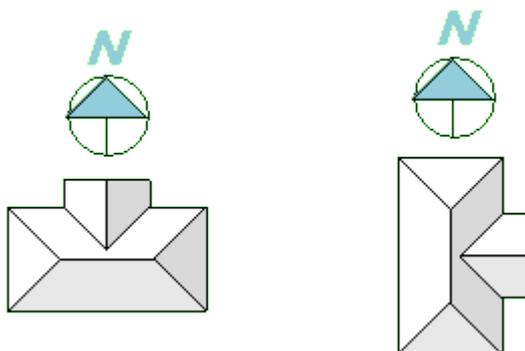


Рисунок 3.29 Пример применения инструмента «Повернуть условный север»

Для поворота относительно условного севера выполните следующие действия.

1. Откройте вид в плане и на палитре свойств убедитесь в том, что для свойства "Ориентация" задано значение "Условный север".
2. При повороте этого вида относительно условного севера это изменение влияет также на другие виды в плане, для параметра "Ориентация" которых выбрано значение "Условный север".
3. Перейдите на вкладку "Управление" > панель "Местоположение проекта" > раскрывающийся список "Положение" >  "Повернуть условный север".
4. В диалоговом окне "Поворот проекта" выберите требуемый вариант.
5. Нажмите "ОК".

Отображается сообщение о выполненном повороте модели. Необходимо проверить результаты на всех видах. В сообщении также отображаются ошибки (при наличии). Ошибки можно экспортировать для их просмотра и исправления.

Создание проекта МЕР

Создание вида в плане

Для добавления другого вида в проект или копирования имеющегося вида выполните следующие действия.

1. Выберите последовательно вкладку "Вид" > панель "Создание" > раскрывающийся список "Виды в плане", а затем нажмите нужную кнопку из имеющегося набора:

-  ("План этажа")
-  ("Зеркальное отображение потолка")
-  ("План несущих конструкций")

2. В диалоговом окне "Новый план" выполните следующие действия.

- Для параметра "Тип" выберите в списке тип вида или нажмите "Редактировать тип", чтобы изменить существующий тип вида или создать новый тип вида.
- Выберите один или несколько уровней, для которых требуется создать вид в плане.
- Если необходимо создать вид в плане для уровня, для которого вид в плане уже создан, снимите флажок "Не дублировать существующие виды". Например, план стройплощадки является копией одного из проектных планов этажа, но с другим значением параметра текущего диапазона.

3. Нажмите "ОК".

При создании вида, дублирующего существующий, его копия отображается в Диспетчере проекта с пометкой в скобках (например, Уровень 1(1)), обозначающей порядковый номер копии.

Координационные оси проекта (сетки)

Для размещения в проекте здания линий сетки колонн (координационных осей) используется инструмент "Сетка". Имея данную сетку, можно в дальнейшем добавлять колонны. Координационные оси представляют собой ограниченные плоскости, пределы которых на фасадах можно установить так, чтобы они не пересекались с линиями уровней. Таким способом можно указать, должны ли линии сетки отображаться на каждом из создаваемых в проекте видов в плане. Сетки могут быть образованы прямыми линиями, дугами или несколькими сегментами. По завершении построения линий сетки их можно скрыть.

Добавление сеток

Сетки являются элементами аннотаций, которые помогают структурировать проект.

1. Щелкните на ленте элемент  ("Сетка"), находящийся на одном из приведенных ниже путей:
 - вкладка "Архитектура" > панель "База" >  ("Сетка");
 - вкладка "Конструкция" > панель "База" >  ("Сетка").
2. Выберите вкладку "Изменить | Размещение сетки" > панель "Рисование" и укажите параметр эскиза.
3. Нажмите  (Выбрать линии) для привязки сетки к какой-либо из уже существующих линий, например к стене.
4. (Необязательная операция). Выберите вкладку "Изменить | Размещение сетки" > панель "Рисование" >  ("Многосегментный"), если необходимо создать эскиз сетки с несколькими сегментами.
5. Щелкните мышью по достижению координационной осью требуемой длины.

Revit автоматически маркирует каждую из сеток. Для изменения маркировки оси щелкните число, введите новое значение и нажмите клавишу

ENTER. Линиям сетки можно присваивать буквенную маркировку. При этом все последующие линии автоматически переименовываются в алфавитном порядке. При создании координационных осей их концы могут фиксироваться один относительно другого. В этом случае при выборе линии виден значок замка. При смещении сетки все ее линии перемещаются фиксировано.

Изменение типа сетки

Изменение типа сетки во время размещения или изменение типа существующих сеток на виде. Для изменения типа сетки по месту размещения:

1. Щелкните на ленте элемент  ("Сетка"), находящийся на одном из приведенных ниже путей:
 - вкладка "Архитектура" > панель "База" >  ("Сетка")
 - вкладка "Конструкция" > панель "База" >  ("Сетка")
2. В списке "Выбор типа" укажите другой тип сетки.

Для изменения типа сетки на виде проекта:

- Выберите ось сетки в области рисования.
- В списке "Выбор типа" укажите другой тип сетки.

Изменение маркировки осей

Маркировку осей можно изменить непосредственно в заголовке сетки или в свойстве экземпляра "Имя".

1. Для изменения маркировки щелкните мышью на заголовке оси, а затем — на значении внутри нее.
2. Введите новый номер.
3. Маркировка может быть либо числовой, либо буквенной. Для изменения значения можно также выбрать линию сетки и на палитре свойств ввести другое значение свойства "Имя".

Смещение марки оси относительно линии оси

В некоторых случаях марки координационной оси требуется сместить относительно линии оси. Для этого необходимо построить координационную ось или выбрать уже существующую. На оси вблизи ее марки видны ручки управления (рисунок 3.30). Конечная ручка возле марки оси позволяет задавать длину координационной оси.



Рисунок 3.30 Выбранная ось с ручками управления

Ручка , которая расположена рядом с ней, предназначена для смещения марки оси относительно линии оси с созданием дополнительного сегмента (рисунок 3.31).



Рисунок 3.31 Марка оси смещена в сторону

Смещение марки оси имеет силу только для текущего вида. Дополнительные сегменты, образующиеся при смещении марки оси, рисуются сплошными линиями. Этот стиль линий не может быть изменен. При перетаскивании ручек курсор привязывается к позициям, в которых координационная ось согласуется с соседними осями. Также курсор привязывается к сегментам, образующим прямые линии.

Отображение и скрытие марок осей сетки

Отображение марок осей настраивается пользователем. Настроить можно как отдельную ось вида, так и все оси определенного типа (путем изменения свойств типа). Чтобы скрыть или отобразить марку оси, необходимо сделать следующее:

1. Открыть вид, в котором есть координационные оси.
2. Выбрать ось.
3. Revit отобразит флажок рядом с маркой оси (рисунок 3.32). Чтобы увидеть его, возможно, придется увеличить масштаб изображения.

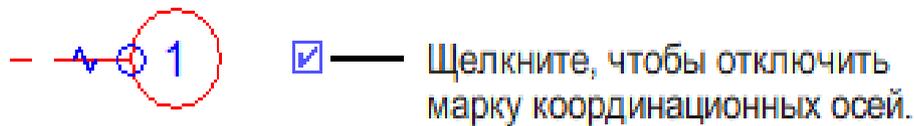


Рисунок 3.32 Флажок для включения/отключения видимости оси

4. Чтобы скрыть марку, нужно снять флажок; чтобы отобразить марку, нужно установить его.
5. Эту процедуру можно повторить для настройки марки, расположенной на другом конце оси.

Чтобы настроить отображение марок оси, используя свойства типа, необходимо выполнить следующее:

1. Откройте вид, в котором есть координационные оси.
2. Выберите линию сетки, перейдите на вкладку "Изменить | Сетки" > и на панели "Свойства" щелкните значок >  "Свойства типа".
3. В диалоговом окне "Свойства типа" (рисунок 3.33) выполните одно из следующих действий.
 - 3.1. Установите флажок "Конец 1 для обозначений на виде в плане (по умолчанию)", если марка должна отображаться в начале оси на плане.
 - 3.2. Установите флажок "Конец 2 для обозначений на виде в плане (по умолчанию)", если марка должна отображаться в конце оси на плане.

3.3. Для других видов (например, фасадов или разрезов) укажите местоположение марки. В строке "Обозначения, не относящиеся к виду в плане (по умолчанию)" выберите значение "Вверх", "По низу", "Оба слоя" (и верхний, и нижний) или "Нет".

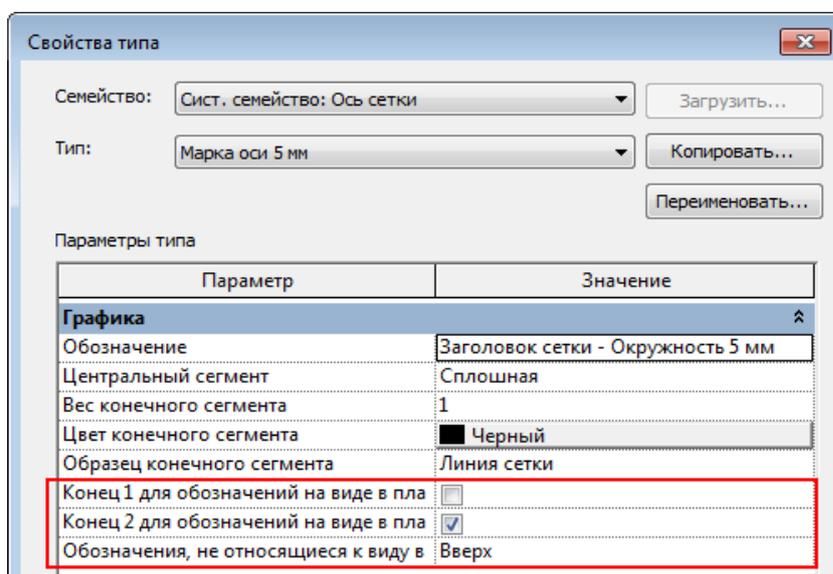


Рисунок 3.33 Настройка отображения марок сетки

4. Нажмите "ОК". Revit обновит все координационные оси выбранного типа на всех видах.

Размещение пространств и создание зон

Пространства и зоны определяются на основании требований к системам в конкретном проекте. Это независимые компоненты, совместно используемые для одной и той же цели.

Зоны состоят из одного или нескольких пространств, в которых с помощью соответствующего оборудования поддерживаются одни и те же условия окружающей среды (температура, влажность и т. п.). В одну и ту же зону могут входить пространства, находящиеся в разных уровнях. В зоны могут включаться пространства, не занимаемые людьми (служебные пространства). Зоны создаются с целью установления пространств, к которым предъявляются одинаковые климатические или технические требования. Можно создавать спецификации зон и использовать в дальнейшем для редактирования

последних. Информация каждой зоны содержит сведения о температуре отопления и/или охлаждения и о наружном воздухе.

Пространства содержат информацию об областях, в которых они размещены. Она используется для вычисления объема области и фигурирует в расчетах отопительных и холодильных нагрузок. Свойства зоны собирают информацию пространств, такую как рабочая температура при отоплении и при охлаждении. Информации зон и пространств совместно со Свойствами пространств используются в Revit при расчетах этих нагрузок, выполняемых с целью определения энергопотребления здания.

В проектах MEP всегда имеется как минимум одна зона — "По умолчанию". При первоначальном размещении пространств в проекте они добавляются в эту зону. При назначении пространства зоне, созданной пользователем, оно удаляется из зоны "По умолчанию". При работе со связанной моделью все зоны (и пространства) должны находиться в основном (локальном) файле. Стадия зоны должна соответствовать стадии добавляемых в нее пространств. После назначения всех пространств зонам можно работать с зонами: изменять, перемещать, переименовывать и удалять их, переназначать пространства, применять к зонам цветовые схемы и составлять спецификации зон. Зону "По умолчанию" удалить нельзя.

Если зоне не назначено ни одно пространство, зона считается неограниченной. Можно создавать зоны по мере необходимости в процессе работы либо создать неограниченные зоны, отражающие климатические требования в областях проекта, и добавить в них пространства позже. Неограниченные зоны можно создавать для решения задач проектирования, для создания зон пожаротушения или для хранения информации зон. В неограниченных зонах сохраняются заданные свойства зон, и их можно перемещать (перетаскивать) в пределах вида для решения задач проектирования. Перемещать можно только неограниченные зоны. После назначения зоне пространства (добавления пространства в зону) зона ограничивается назначенным ей пространством (или пространствами), и

перемещать ее становится невозможно. В отличие от пространств, неограниченные зоны не привязываются к ограниченным областям. В то же время неограниченные зоны можно накладывать поверх ограниченных областей для решения задач проектирования. Переместить зону путем ее вырезания (CTRL+X) и вставки (CTRL+V) нельзя.

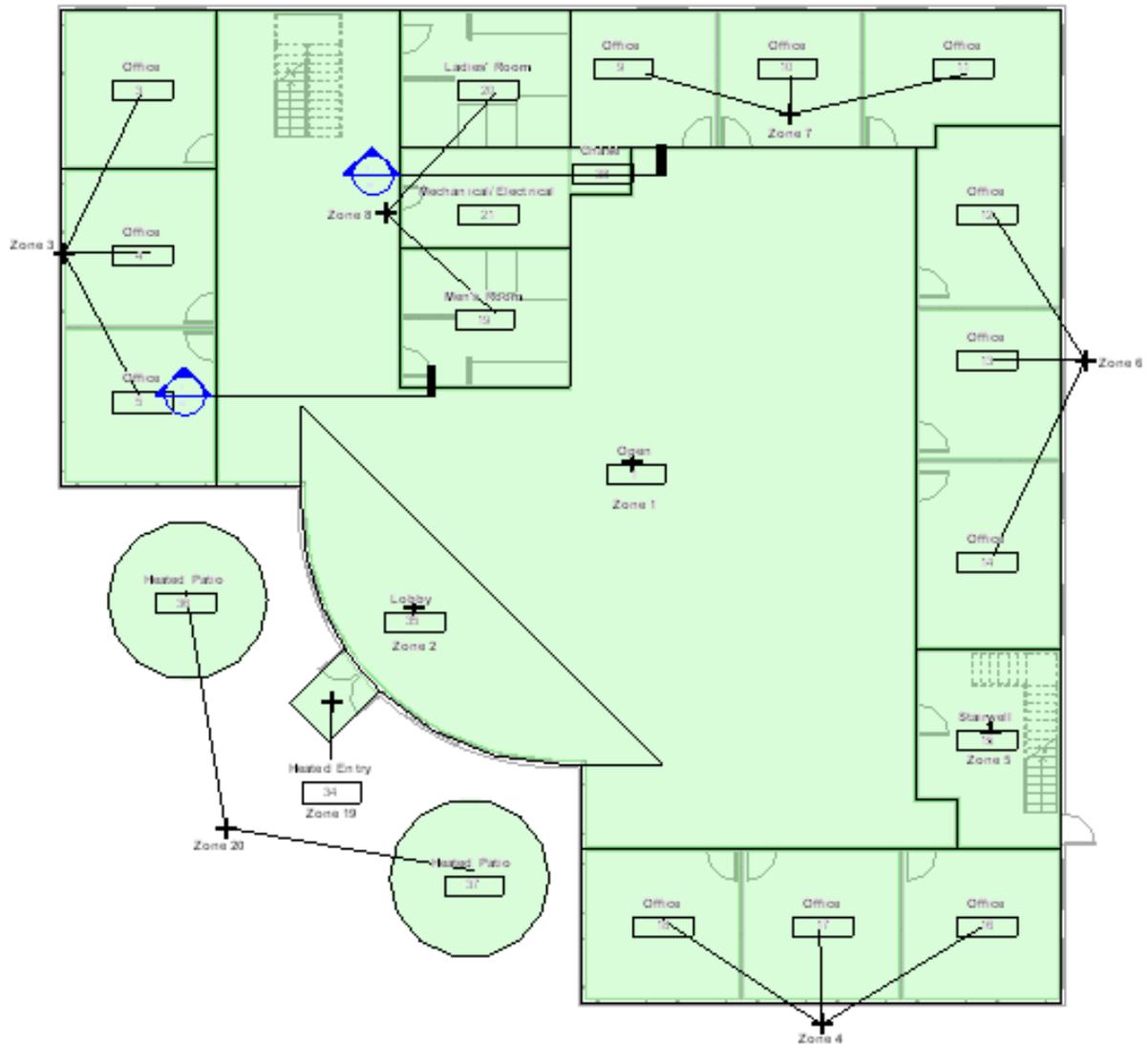


Рисунок 3.34 Зоны в офисном здании

Последовательность размещения пространств и создания зон

Задайте границы помещений для связанной модели – задание границ помещений подразумевает использование поверхностей из связанной модели для определения пространств, размещаемых в областях модели.

Разместите пространства – размещение пространств в модели выполняется для учета объема всей области.

Определите зоны – в зонах и пространствах хранится информация о системах здания, которую можно использовать для определения требований к системам. Пространства распределяются по зонам в соответствии с конкретными системами, которые требуется спроектировать.

Завершив подготовительные работы над проектом, можно переходить к определению требований к системе проекта.

Назначение связанной модели функции границ помещений

Чтобы разместить пространства в связанной модели, необходимо активизировать для нее свойство типа "Граница помещения" (по умолчанию это свойство не активно). Для этого выполните следующие действия:

- откройте проект;
- выберите вкладку "Управление" > панель "Управление проектом" > ;
- в диалоговом окне "Импорт/связь с RVT" перейдите к проекту, с которым требуется связать модель, и выберите "Открыть";
- откройте связанную модель Revit в текущем проекте и назначьте ей функцию границ помещений;
- наведите курсор на связанную модель, и после ее выделения выберите "Свойства", щелкнув правой кнопкой мыши;
- на палитре свойств выберите "Изменить тип";
- в диалоговом окне "Свойства типа" установите флажок "Граница пространства" и нажмите "ОК".

Определение свойств наружных стен

Для определение свойств наружных стен, необходимо в вызвать диалоговое окно Отопительные и холодильные нагрузки (Анализ->Отчеты и спецификации->Отопительные и холодильные нагрузки (LO) (рисунок 3.35). Далее нужно нажать во вкладке «Общие» в строке «Тип конструкций зданий» в

области «Значение» на надпись <Здание>, и появится диалоговое окно "Тип конструкций здания" (рисунок 3.36).

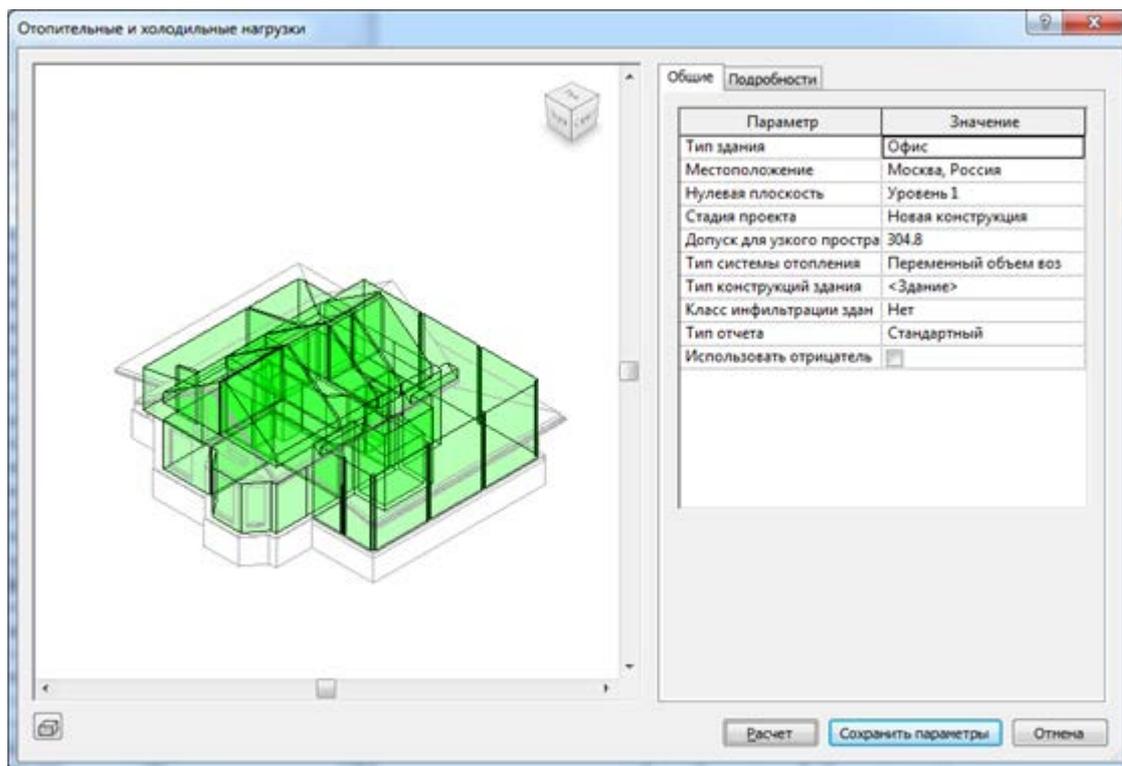


Рисунок 3.35 Диалог Отопительные и холодильные нагрузки

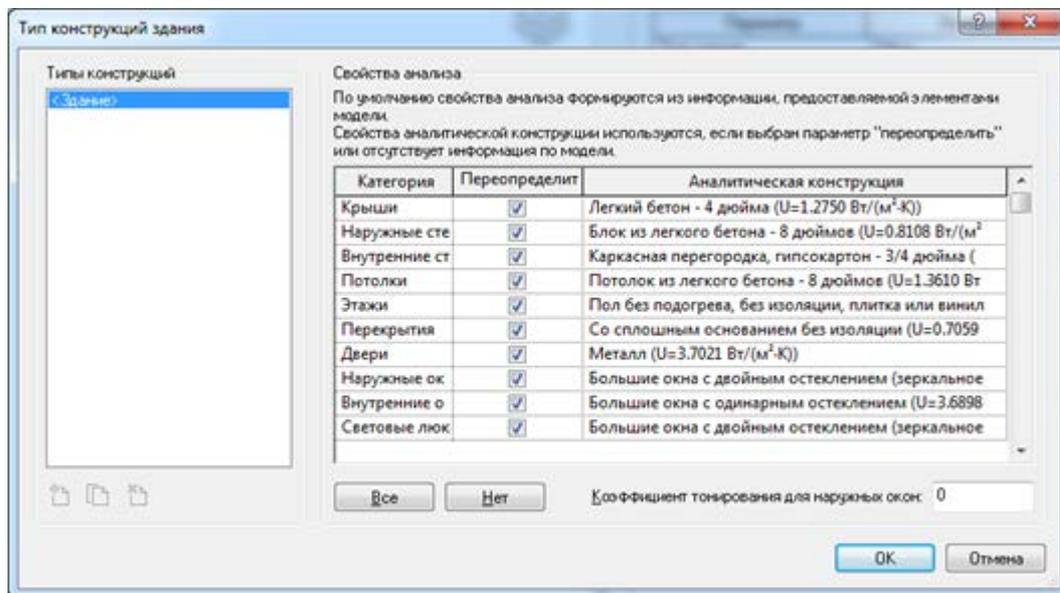


Рисунок 3.36 Диалог Тип конструкций зданий

Это диалоговое окно служит для задания свойств поверхностей и проемов в здании по умолчанию. Конструкции определяют теплопроводность различных поверхностей. Конструкции, указанные для крыш, наружных стен, перегородок и внутренних окон, влияют на результаты расчета отопительных и

холодильных нагрузок для проекта. Конструкции для здания по умолчанию (<Здание>) указываются при вызове диалогового окна "Конструкции здания" посредством параметра "Энергопотребление" в диалоговом окне "Сведения о проекте", или же с вкладки "Общие" диалогового окна "Отопительные и холодильные нагрузки". При вызове диалогового окна "Конструкции здания" из диалогового окна "Свойства экземпляра" для пространства можно создать новую конструкцию, которую можно будет применять к отдельным пространствам; однако редактировать параметры здания по умолчанию (<Здание>) нельзя. Щелкните раскрывающийся список для каждой из конструкций, чтобы выбрать тип поверхности. Загрузите файл для получения подробной информации о конструировании поверхности.

В этом диалоге также можно и убрать галки со всех позиций; тогда Revit возьмет все данные о свойствах стен из архитектурной модели.

Размещение пространств

Необходимым условием точного анализа отопительных и холодильных нагрузок является размещение (создание) пространств во всех зонах для учета всего объема модели здания. Зоны, в которых размещаются пространства, могут быть ограниченными, частично ограниченными или неограниченными.

1. Ограниченные зоны со всех сторон окружены компонентами с функцией границ комнат, такими, как стены, витражи, стеновые ограждения, колонны, крыши, полы и линии-разделители пространств.
2. Частично ограниченными считаются зоны, к которым компоненты с функцией границ помещений прилегают не со всех сторон.
3. Неограниченные зоны — это открытые зоны, к которым не прилегают компоненты с функциями границ помещений.

В двух последних случаях для полного ограничения зоны размещаемые пространства должны содержать компоненты с функцией границ помещений, например линии-разделители помещений. Расчетная высота пространства

составляет 0 метров 0 сантиметров относительно опорного уровня (значение по умолчанию).

Для размещения пространства необходимо выполнить следующие действия.

1. Откройте вид, на котором требуется разместить пространство.
2. Выберите вкладку "Анализ" > панель "Пространства и зоны" >  "Пространство".
3. На панели параметров задайте параметры для пространства.
4. Переместите курсор в область рисования и щелчком мыши разместите пространство.
5. Продолжите размещение пространств или выберите "Изменить".
6. Для просмотра элементов, ограничивающих помещение, выберите вкладку «Изменить | Размещение пространства» > панель «Пространство» >  «Выделить границы». В программе Revit все элементы, ограничивающие помещение, выделяются золотистым цветом, и отображается предупреждение.
7. Для просмотра списка всех элементов, ограничивающих помещение, включая те элементы, которые не отображаются на текущем виде, нажмите «Развернуть» в диалоговом окне предупреждения. Чтобы закрыть окно предупреждения и снять выделение, нажмите "Закреть".

Рекомендуется расположить план этажа и разрез без перекрывания, что позволяет при размещении пространства проверять как протяженность пространства по вертикали, так и его горизонтальные границы.

После размещения пространства оно добавляется к функциональной зоне "По умолчанию". Каждое пространство следует назначить одной из функциональных зон. При этом оно удаляется из функциональной зоны "По умолчанию".

После размещения пространств все обитаемые и необитаемые зоны в модели здания должны содержать пространства, что подтверждается

раскраской зон. Если зоны не раскрашены, их необходимо разрешить. Нераскрашенные зоны, как правило, возникают в связи с наличием шахт, каналов и узких пространств. Путем исследования раскрашенной трехмерной аналитической модели в диалоговом окне "Отопительные и холодильные нагрузки" можно обнаружить зазоры.

Дополнительные темы для самостоятельного изучения (материал доступен по гиперссылкам)

1. Размещение пространств до вышележащего уровня. Этот способ предусматривает наложение зависимости, согласно которой объем пространства заключен между базовым уровнем и следующим вышележащим уровнем. Применять этот способ следует в том случае, если зоны, в которых размещаются пространства, не содержат потолков и служебных (межпотолочных) пространств.
2. Размещение пространств до потолка. Этот способ предусматривает наложение зависимости, согласно которой объем пространства заключен между базовым уровнем и уровнем потолка или камеры. Способ применяется в том случае, если пространство над потолком является камерой или отличается от обитаемых пространств другими параметрами.
3. Размещение пространств для камер. Этот способ предусматривает наложение зависимости, согласно которой объем пространства заключен между уровнем камеры и следующим вышележащим уровнем. Способ применяется, в соответствии с названием, для камер.
4. Размещение пространств до крыши. Этот способ предусматривает наложение зависимости, согласно которой объем пространства заключен между базовым уровнем и уровнем, расположенным над крышей. Способ применяется для размещения пространств в чердаках.
5. Размещение пространств в зонах со сложной структурой по вертикали. Этот способ предусматривает наложение зависимости, согласно которой объем пространства заключен между базовым уровнем и каким-либо

вышележащим уровнем. Способ применяется для зон, проходящих через несколько уровней, зон с верхним уровнем на консоли и зон с лофт-объектом, который служит верхним пределом для части зоны. Такие зоны можно разделить посредством линий-разделителей пространств или дополнительных уровней.

6. Размещение пространств для шахт и каналов. Этот способ предусматривает наложение зависимости, согласно которой объем пространства заключен между базовым уровнем и вышележащим уровнем, отстоящим от базового уровня на несколько уровней. Способ применяется для шахт, каналов и других зон, проходящих через несколько уровней.
7. Добавление марок пространств. Марки пространств используются для их идентификации в проекте.

Разделение пространств

Линии-разделители пространств позволяют создать несколько зон из одной зоны большего размера. С помощью этих линий можно также разделить пространство, если разделяемая зона содержит пространство.

1. Откройте план этажа.
2. Выберите вкладку "Анализ" > панель "Пространства и зоны" >  "Разделитель пространства".
3. В области рисования нарисуйте линии-разделители пространств. При рисовании линий-разделителей пространств убедитесь в том, что данная зона ограничена со всех сторон (полностью отделена от других зон линиями без пропусков). Граница зоны может состоять из компонентов с функциями границ комнат и из линий-разделителей пространств или только из линий-разделителей пространств. Если отделяемая зона определена наклонными поверхностями, линии-разделители пространств следует рисовать только на виде в плане, для которого расчетная высота совпадает с высотой текущей плоскости либо задан автоматический расчет высоты. Дополнительные

сведения по созданию и редактированию линий-разделителей см. в разделе Линии модели.

4. Нажмите "Изменить".
5. Преобразование зоны в полностью ограниченную посредством линий-разделителей пространств приводит к одному из следующих результатов в зависимости от указанных условий.
 - а) **Исходная зона перед разделением не содержала пространств:** в исходной зоне создаются две отдельные зоны без пространств. В них необходимо разместить пространства.
 - б) **Исходная зона перед разделением содержала пространство:** это пространство остается в исходной зоне, а границы пространств корректируются. Новая зона не содержит пространства. В ней необходимо разместить пространство.
6. Разместите в отдельных зонах новые пространства или ранее не размещенные пространства.
7. Если требуется добавить пространства к функциональным зонам, выполните одно из следующих действий.
 - а) Добавьте одно или несколько только что размещенных пространств к той функциональной зоне, которая уже назначена исходному пространству. См. раздел Добавление пространств в существующую зону. Если с одним из отделенных пространств связана функциональная зона, эта связь сохраняется.
 - б) Добавьте одно или несколько только что размещенных пространств к новым функциональным зонам. См. раздел Работа с зонами.

На рисунке 3.37 зона "Open 1" содержала пространство. Посредством линий-разделителей пространств (указаны стрелками) это пространство разделено с созданием новой зоны (Lobby). К новой зоне добавлено пространство, маркированное как прихожая (Lobby). Отапливаемые дворики (Heated Patio) служат примерами неограниченных зон, которые созданы посредством линий-разделителей пространств.

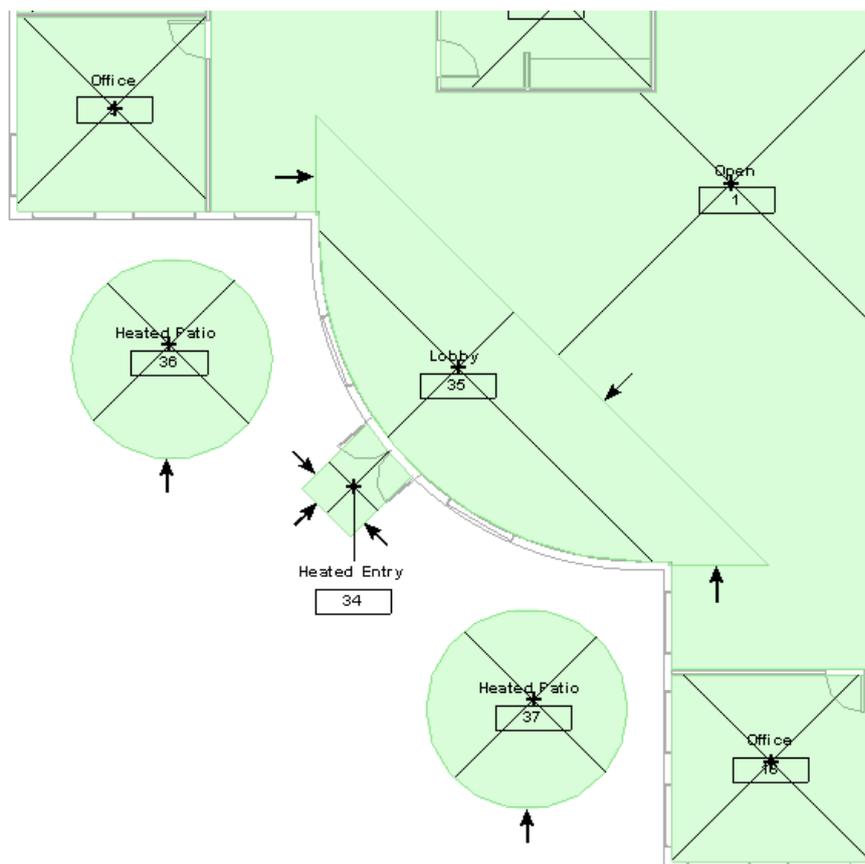


Рисунок 3.37 Использование линий-разделителей

Отапливаемый подъезд (Heated Entry) и прихожая (Lobby) служат примерами частично ограниченных зон, которые созданы посредством линий-разделителей пространств. Отображаются также вспомогательные линии пространств, обозначающие их границы. Функциональные зоны на данном рисунке не использованы.

Свойства пространств для энергетического анализа

Имеются различные способы доступа к свойствам пространства. Получив доступ к свойствам пространств, можно задать их на палитре свойств. Для изменения свойств типа выберите элемент и перейдите на вкладку "Изменить" > панель "Свойства" >  (Свойства типа). Изменения в свойствах типа применяются ко всем экземплярам в проекте.

Создание зоны

Поскольку зоны представляют собой совокупности пространств, они, как правило, создаются после размещения пространств в проекте. Тем не менее, можно сначала создать зоны в соответствии с климатическими средами, а затем назначать этим зонам пространства. Для упрощения выбора добавляемых в зону пространств можно включить видимость зон и пространств.

Для добавления пространств в новую зону выполните следующие действия.

1. Откройте план этажа, содержащий пространства, которые требуется добавить в зону (на фасадах или на 3D видах зоны не отображаются, их можно просматривать на разрезах).
2. Выберите вкладку "Анализ" > панель "Пространства и зоны" >  "Зона". Становится активной вкладка "Редактирование зоны" и создается новая зона. Новая зона появляется в списке Диспетчера инженерных систем, но пока зоне не назначены пространства, она пуста. В Диспетчере инженерных систем новая зона фигурирует под присвоенным ей по умолчанию числовым именем. Для просмотра зон в Диспетчере инженерных систем нажмите F9, на панели "Вид" нажмите кнопку "Системы" и выберите элемент "Зоны".
3. Выберите вкладку "Редактирование зоны" > панель "Свойства" >  "Свойства".
4. На палитре свойств в поле свойства "Имя" введите имя новой зоны.
5. Убедитесь в том, что на панели "Режим" нажата кнопка  "Добавить пространство".
6. Чтобы добавить в зону одно пространство, наведите на него курсор, и после того, как пространство будет выделено, щелкните мышью; пространство будет добавлено в новую зону.
7. Чтобы добавить в зону несколько пространств, обведите добавляемые пространства рамкой выбора или, удерживая нажатой клавишу CTRL, выберите пространства по одному.

8. Нажмите кнопку  "Завершить редактирование зоны".
9. В Диспетчере инженерных систем обратите внимание, что добавленные в зону пространства переместились из зоны "По умолчанию" в созданную зону.

Внимание: в пределах одной зоны нельзя смешивать кондиционируемые и некондиционируемые пространства (см. раздел Свойства пространства).

Свойства зоны

Такие свойства зоны, как температуры отопления и охлаждения, информация о наружном воздухе, определяют отопительные и холодильные нагрузки пространств в модели здания. Когда зона выбрана на виде или в Диспетчере инженерных систем, для доступа к свойствам зоны можно использовать один из следующих способов:

- выберите вкладку «Изменение зон ОВК» > панель «Свойства» >  «Свойства»;
- щелкните правой кнопкой мыши зону на плане этажа и выберите пункт «Свойства»;
- в Диспетчере инженерных систем щелкните зону правой кнопкой мыши и выберите «Свойства».

Установка расчетов объемов и площадей

Для корректного расчета отопительных и холодильных нагрузок этот параметр должен быть всегда включен.

1. Выберите вкладку "Анализ" > раскрывающийся список панели "Пространства и зоны" >  "Расчеты площадей и объемов".
2. На вкладке "Расчеты" диалогового окна "Расчеты площадей и объемов" убедитесь, что переключатель "Расчеты объемов" находится в положении "Площади и объемы" (рисунок 3.38).

3. Убедитесь, что переключатель "Расчет площадей помещений" находится в положении "По чистой поверхности". Этот параметр указывает границу стены, используемую при вычислении объема.

4. Нажмите "ОК".

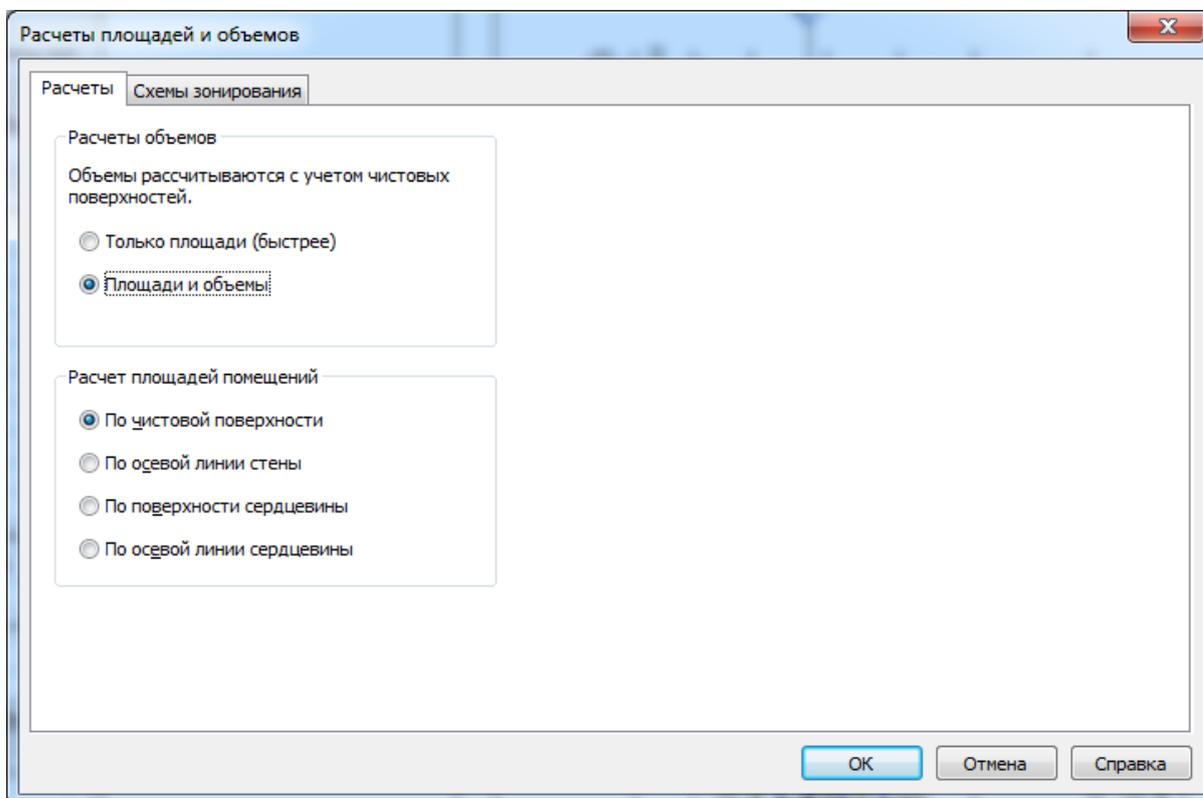


Рисунок 3.38 Меню настройки расчетов площадей и объемов

Расчет отопительных и холодильных нагрузок

Определение энергопотребления моделируемого здания.

После размещения и определения пространств для всех областей в модели здания эти пространства назначаются зонам. Затем можно выполнить расчет отопительных и холодильных нагрузок для определения величины энергопотребления здания и установления требований к пространствам и зонам.

На вкладке "Общие" содержится информация о проекте, используемая при расчете отопительных и холодильных нагрузок. В эту информацию можно

вносить изменения до расчета нагрузок или после его выполнения, для приведения результатов в соответствие с проектными требованиями.

Информацию, содержащуюся на этой вкладке, можно также задать в диалоговом окне "Сведения о проекте" (параметр "Энергопотребление", см. раздел Задание параметров расчета энергопотребления (gbXML)).

Начните определение энергопотребления с проверки параметров здания, заданных в ходе подготовки модели к расчету, и внесите требуемые изменения, затем выполните следующие действия.

1. Выберите вкладку "Анализ" > "Отчеты и спецификации" >  "Отопительные и холодильные нагрузки".
2. При появлении запроса, включить ли Расчет объемов, нажмите "Да".
3. В диалоговом окне "Отопительные и холодильные нагрузки" перейдите на вкладку "Общие".
4. Скорректируйте следующие параметры расчета энергопотребления проекта.
 - 4.1. Тип здания: тип здания согласно схеме gbXML 0.37 (аналог таблицы ASHRAE).
 - 4.2. Местоположение: географическое местоположение и погодные условия для проекта. Нажмите кнопку  и в диалоговом окне "Управление именованными позициями" задайте местоположение и погодные условия (см. раздел Задание географического местоположения). Задать местоположение можно путем выбора города или путем ввода значений широты и долготы. Местоположение определяет климат и температурные характеристики, используемые при вычислении нагрузок.
 - 4.3. Отметка уровня земли ("нулевая плоскость"): уровень, который служит в качестве отметки уровня земли для здания. Поверхности, располагающиеся ниже этого уровня, считаются подземными. Номер уровня по умолчанию нулевой.
 - 4.4. Стадия проекта: стадия строительства ("Существующие", "Новая конструкция").

4.5. Допуск для узкого пространства: значение допуска для зон, которые будут рассматриваться как узкие пространства (см. раздел Учет объема полостей, шахт и каналов).

4.6. Инженерные сети здания: тип системы отопления и охлаждения для здания.

4.7. Конструкция здания: тип конструкций. Нажмите кнопку , чтобы открыть диалоговое окно "Конструкция здания", в котором можно задать материалы и изоляцию (значения U) для здания.

4.8. Класс инфильтрации здания: оценка количества наружного воздуха, попадающего в здание через негерметичности оболочки здания. Для задания степени просачивания предусмотрены следующие варианты.

- "Неплотно закрытый" — 1,39 м³/ч на м² для стен герметичной конструкции.
- "Средний" — 0,695 м³/ч на м² для стен герметичной конструкции.
- "Плотно закрытый" — 0,347 м³/ч на м² для стен герметичной конструкции.
- "Нет" — просачивание не учитывается при расчете нагрузок.

4.9. Тип отчета: уровень детализации информации, содержащейся в отчете о расчете отопительных и холодильных нагрузок. Возможные варианты — "Упрощенно", "Стандартный" и "Подробно".

4.10. Использовать отрицательные нагрузки: разрешение учета отрицательных значений отопительной и холодильной нагрузки. Так, например, тепло, уходящее из зоны через перегородку в другую зону, может выражаться отрицательным значением нагрузки.

Для получения доступа к типу здания и параметрам конструкций также можно выбрать вкладку "Управление" > панель "Параметры проекта" >  "Сведения о проекте".

Дополнительные темы для самостоятельного изучения (материал доступен по гиперссылкам)

1. Модель энергопотребления
2. Расчет отопительной и холодильной нагрузки
3. Задание параметров здания

Рассмотрение объемов аналитической модели

Для рассмотрения наличия объемов пространств по всему зданию выполните следующие действия.

1. Перейдите на вкладку "Подробности".
2. В правой панели разверните категорию "Модель здания", зоны и пространства. Чтобы развернуть все зоны или выбрать все пространства в зоне, щелкните зону правой кнопкой мыши.
3. При появлении предупреждения для здания, зоны или пространства выберите соответствующий элемент и нажмите  (Показывать предупреждения), чтобы узнать причину, затем закройте диалоговое окно "Отопительные и холодильные нагрузки" и устраните проблему в модели здания. Продолжайте просматривать предупреждения и устранять связанные с ними проблемы до тех пор, пока все предупреждения не будут сняты; это необходимо для обеспечения точности расчета.
4. В области просмотра диалогового окна "Отопительные и холодильные нагрузки" рассмотрите объемы для пространств в здании. Можно изменять масштаб изображения модели, панорамировать и вращать ее.
5. Проверьте, заполняет ли цветовая заливка полностью объем всех пространств в модели. Расчет отопительных и холодильных нагрузок эффективен только при условии, что в нем учитывается весь объем модели здания. В случае обнаружения пространств без заливки закройте диалоговое окно "Отопительные и холодильные нагрузки" и разместите или отредактируйте пространства, чтобы устранить области без заливки; если окажется, что области слишком малы для размещения пространств, объедините объемы полостей, шахт и каналов со смежными пространствами.

Следует учитывать, что узкие пространства и связанные с ними зоны отображаются (как затененные) в аналитической модели. На видах в плане или разрезах узкие пространства не отображаются.

Рассмотрение аналитических поверхностей

Данная проверка проводится на предмет правильности отнесения аналитических поверхностей к внутренним и наружным. Типы поверхностей сопоставляются с типами конструкции стен. Например, для наружной поверхности стены будет использоваться конструкция наружных стен (см. раздел Диалоговое окно "Конструкция здания"). Для рассмотрения аналитических поверхностей выполните следующие действия.

1. В области просмотра диалогового окна "Отопительные и холодильные нагрузки" (на вкладке "Подробности") установите переключатель в положение "Аналитические поверхности" и разверните зоны.

Пространства сгруппированы в следующие категории:



– Занятое пространство;



– Незанятое пространство;



– Пространство камеры.

2. Разверните пространства в модели здания (чтобы развернуть все зоны или выбрать все пространства в зоне, щелкните зону правой кнопкой мыши). В развернутых категориях содержатся поверхности с цветовой кодировкой – крыши, внутренние и наружные стены, полы, окна, двери, перекрытия, подземные поверхности, потолки, световые люки, проемы (потолки и "воздух"). Каждый из этих элементов также можно развернуть для просмотра отдельных поверхностей и проемов в данном пространстве. Сведения о названиях поверхностей и проемов см. в разделе Элемент поверхности.

3. В одном из пространств выберите тип поверхности (например, "Внутренние стены") и нажмите  "Изолировать".. Поверхность может быть потолком

или реальной крышей (термин "Крыша", используемый по отношению к аналитической поверхности, описывает верхнюю поверхность, которая не ограничена пространствами с двух сторон). Также можно выбирать отдельные поверхности из папки типа поверхностей для пространства.

4. Увеличивая, панорамируя и вращая аналитическую модель, рассмотрите все поверхности в модели и проверьте, соответствует ли тип каждой поверхности ее фактическому типу. Например, тип «внутренние стены» должен быть только у стен, которые на самом деле являются внутренними. Стена считается внутренней, если с обеих сторон стены размещены пространства или если параметр типа "Функция" стены имеет значение "Внутренняя" или "Сердцевина/шахта". В случае обнаружения поверхностей, отнесенных к неправильному типу, закройте диалоговое окно "Отопительные и холодильные нагрузки" и устраните проблему в модели здания. Аналитические поверхности, которые классифицируются как воздушные, при расчетах нагрузок игнорируются.
5. Если для пространства имеются предупреждения, нажмите  (Показывать предупреждения), чтобы узнать причину, затем с помощью кнопки "Отмена" закройте диалоговое окно "Отопительные и холодильные нагрузки" и устраните проблему в модели здания. Продолжайте просматривать предупреждения и устранять связанные с ними проблемы до тех пор, пока в модели больше не останется предупреждений.

Задание параметров отопления и охлаждения для пространств

Каждому пространству в модели присваивается назначение: либо назначение пространства по умолчанию, соответствующее типу здания по умолчанию, либо конкретное назначение пространства. Конкретное назначение пространства определяется параметрами по умолчанию. Значения параметров по умолчанию для назначения пространства можно изменять – см. раздел Тип здания по умолчанию и параметры типа пространства. Изменения, внесенные в

информацию о пространствах на вкладке "Подробности", применяются только к выбранным пространствам.

Проверьте параметры пространств в аналитической модели и при необходимости внесите изменения, для чего выполните следующие действия.

1. Перейдите на вкладку "Подробности". На ней содержится иерархический список, показывающий отношения между всеми зонами и пространствами в проекте вместе с информацией пространств и зон, используемой при расчете отопительных и холодильных нагрузок.

2. Выберите в списке одно или несколько пространств. Выбранные пространства выделяются в списке, и для них выводится информация пространств. Для выбора нескольких пространств необходимо удерживать нажатой клавишу CTRL или SHIFT.

3. Выделите или изолируйте пространства в аналитической модели, для чего:

- нажмите  "Выделить", чтобы выделить выбранные пространства в аналитической модели;

- нажмите  "Изолировать", чтобы отобразить в аналитической модели только выбранные пространства.

4. Для параметра "Назначение пространства" выберите назначение пространства.

5. Для параметра "Тип конструкций" нажмите кнопку . В диалоговом окне "Тип конструкций" можно выполнить следующие действия:

- проверить или изменить текущий тип конструкции пространства;
- создать новый тип конструкций пространства.

6. По умолчанию конструкция пространства — <Здание>; внести в нее изменения можно только в диалоговом окне "Энергопотребление" (вкладка "Управление" > панель "Параметры проекта" >  "Информация о проекте"). Чтобы скорректировать параметры конструкции, выберите "Конструкция 1" или добавьте новую модель конструкции пространства. Для отдельных

пространств имеются те же параметры, что и для модели конструкции <Здание>.

7. Нажмите "ОК".

8. Для параметра "Люди" нажмите кнопку  и в диалоговом окне Люди задайте связанные с людьми нагрузки для выбранных пространств.

9. Для параметра "Электрические нагрузки" нажмите кнопку  и в диалоговом окне Электрические нагрузки задайте электрические нагрузки для выбранных пространств.

Доступ к информации, связанной с расчетом энергопотребления, можно получить также из диалогового окна "Свойства экземпляра" для пространства.

Задание параметров отопления и охлаждения для зон. Расчет отопительной и холодильной нагрузки

В диалоговом окне "Отопительные и холодильные нагрузки" содержится информация о зонах, используемая только при расчете отопительных и холодильных нагрузок. Изменения, внесенные в информацию о зонах на вкладке "Подробности", применяются только к выбранным зонам. Проверьте параметры зон в аналитической модели и при необходимости внесите изменения. Для задания параметров систем отопления и охлаждения и расчета отопительных и холодильных нагрузок выполните следующие действия.

1. Выберите в списке одну или несколько зон. Выделите зону в списке; при выборе нескольких пространств удерживайте нажатой клавишу CTRL или SHIFT.
2. Выделите или изолируйте в аналитической модели пространства, относящиеся к выбранным зонам, для чего:

- нажмите  "Выделить", чтобы выделить выбранные зоны в аналитической модели;

- нажмите  "Изолировать", чтобы отобразить в аналитической модели только выбранные зоны.
3. Выберите тип системы.
 4. Выберите тип конструкции пространств.
 5. Для параметра "Информация об отоплении" нажмите кнопку  и в диалоговом окне "Информация об отоплении" задайте информацию об отоплении для выбранных зон.
 6. Для параметра "Информация об охлаждении" нажмите кнопку  и в диалоговом окне "Информация об охлаждении" задайте информацию об охлаждении для выбранных зон.
 7. Для параметра "Информация о наружном воздухе" нажмите кнопку  и в диалоговом окне "Информация о наружном воздухе" задайте информацию о наружном воздухе для выбранных зон. Доступ к этой информации о зонах можно получить также из диалогового окна "Свойства экземпляра".
 8. Нажмите кнопку "Расчет", чтобы выполнить расчет отопительных и холодильных нагрузок. Расчет производится в соответствии с текущими параметрами здания. Вычисленные параметры автоматически добавляются в свойства пространств Revit в проекте. Инструкции и методика расчета отопительных и холодильных нагрузок приведена в он-лайн справке в разделе "Расчет" (материал доступен по гиперссылке).
 9. По завершении расчета нагрузок диалоговое окно "Отопительные и холодильные нагрузки" закроется, а в области рисования откроется отчет о нагрузках с меткой времени. Отчет о нагрузках также можно найти в Диспетчере инженерных систем ("Отчеты" > "Отчет о нагрузках").

Анализ результатов расчета нагрузок

Расчеты отопительных и холодильных нагрузок часто имеют итерационный характер, и выполняются до достижения нужного результата. Рассмотрите отчет, исправьте ошибки, внесите изменения в информацию о

здании, пространствах или зонах аналитической модели здания и еще раз выполните расчет отопительных и холодильных нагрузок.

Отчеты по отопительным и холодильным нагрузкам

Для просмотра результатов выполненного расчета отопительных и холодильных нагрузок в модели здания можно выбрать один из трех уровней отчета: упрощенный, стандартный или подробный. Упрощенный отчет содержит только сводную информацию по зонам и пространствам, а подробный — подробные сведения об отопительных и холодильных нагрузках в проекте. Revit автоматически создает отчет о нагрузках с меткой времени после каждого выполнения расчета. Отчеты о нагрузках находятся в Диспетчере проекта в папке "Отчеты", что дает возможность просмотреть влияние любого из внесенных в проект изменений на нагрузки.

Параметры «Единицы проекта» определяют единицы измерения для значений, вычисляемых в отчете об отопительной и холодильной нагрузках. Отчеты о нагрузках содержат основные сведения по зданию, его системам и результатам расчета.

4. СОЗДАНИЕ МЕР-СИСТЕМ

Общие принципы

Загружаемые компоненты МЕР делятся на обобщенные *категории* – соединительные детали трубопроводов, осветительные приборы, спринклеры и др., рисунок 4.1. *Категория семейства*, указанная при его создании, определяет набор активных параметров семейства. Значения этих параметров семейств влияют на поведение детали и определяют тип компонента. Для доступа к разделу "Категория и параметры семейства" можно выбрать меню "Параметры" в окне "Редактор семейств". Набор применяемых параметров семейств зависит от категории семейства и от типа шаблона, по которому оно создано (элемент, размещаемый на основе, типовая модель, компонент узла, типовая марка и т.п.).

Семейство (рисунок 4.1) представляет собой группу элементов (называемых параметрами), которые характеризуются общим набором свойств и связанных с ними графических представлений. Для разных элементов семейства значения параметров могут различаться, но набор параметров (их имен и назначений) остается одним и тем же. Разновидности элементов семейств, определяемые этими различиями, называются *типами семейств* или *типами* (рисунок 4.2). Так, например, категория "Механическое Оборудование (МЕ)" включает в себя семейства и типы семейств, с помощью которых можно создать различные устройства систем ОВК – радиаторы, котлы, вентиляторы. Категория "Воздуховод" включает в себя семейства и типоразмеры, с помощью которых можно создать различные виды воздуховодов – прямоугольных, круглых, овальных. С каждым типоразмером в семействе связаны графическое представление и общий для всех типоразмеров в данном семействе набор параметров, которые называются параметрами типоразмера в семействе.

Элемент, созданный в проекте на основе конкретного семейства и типа в этом семействе, является *экземпляром* элемента (рисунок 4.2). С каждым экземпляром элемента связан набор свойств, с помощью которого можно

изменить некоторые параметры элемента независимо от параметров типа семейства. Эти изменения применяются только к одному экземпляру элемента в проекте. Изменения, внесенные в параметры типоразмера в семействе, применяются ко всем экземплярам элементов, созданным на основе этого типоразмера.

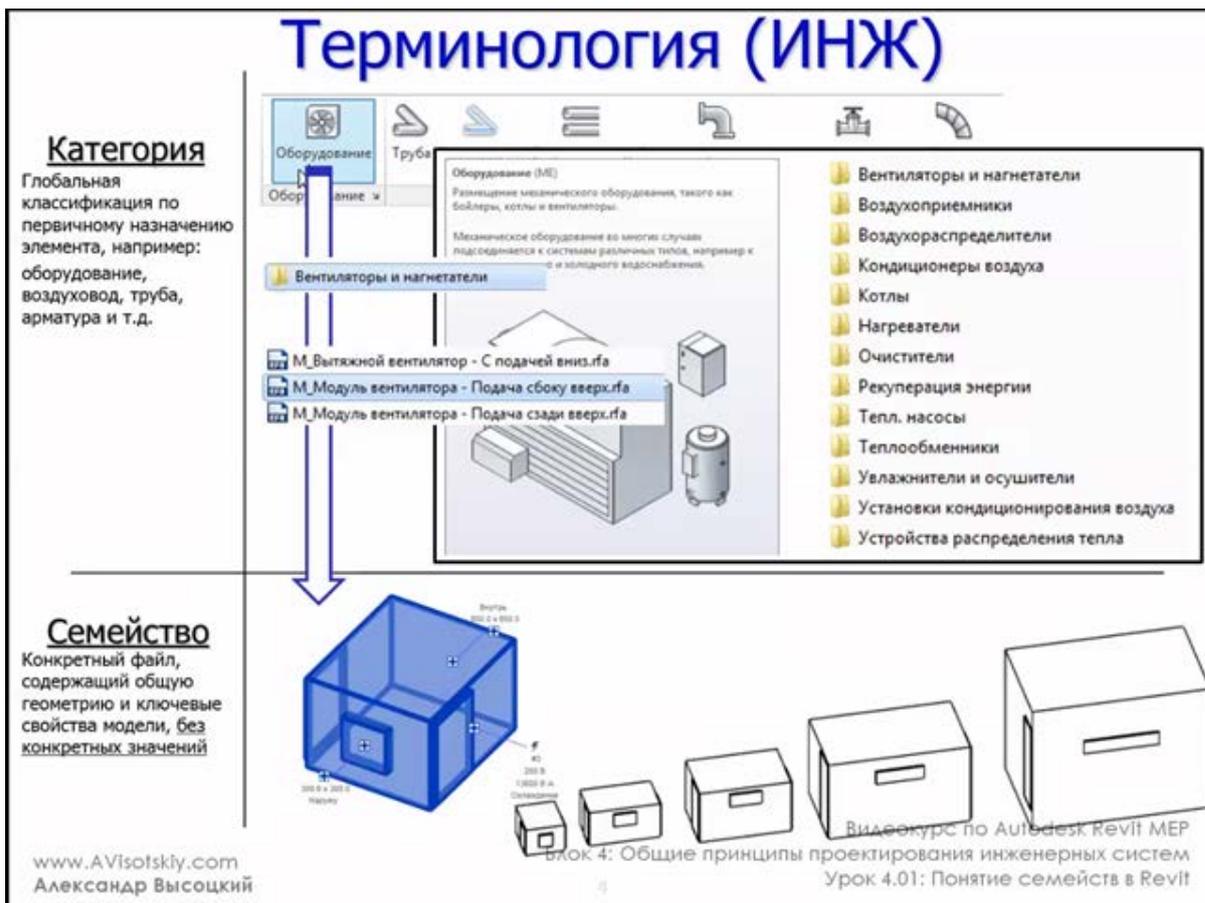
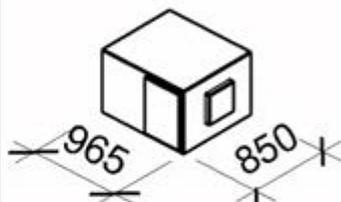


Рисунок 4.1 Категории – семейства [17]

Терминология (ИНЖ)

Тип
Конечный объект с фиксированными характеристиками: ширина = 965 мм, длина = 850 мм, вес – 35 кг, цвет – серый, ...

- M_Модуль вентилятора - Подача сбоку вверх
- 940 LPS
 - 1410 LPS
 - 1645 LPS
 - 1880 LPS
 - 2115 LPS
 - 2350 LPS
 - 2820 LPS
 - 3290 LPS

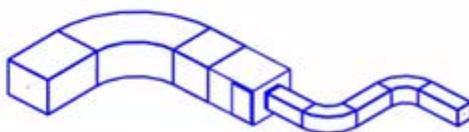


Параметры типа

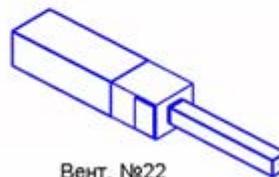
Параметр	Значение
Материалы и отделка	
Материал вентилятора	<По категории>
Электросети	
Напряжение	208.00 В
Классификация нагрузок	Охлаждение
Количество полюсов	3
Электросети - Нагрузки	
Полная установленная мощность	13000.00 В-А
Размеры	
Обозначение - радиус двигателя	387.4
Длина обозначения	88.9
С1 - смещение 1	152.4
Ширина впускного патрубка	850.0
Ширина выпускного патрубка	300.0
Высота впускного патрубка	650.0

Экземпляр

Конкретный типоразмер, со своими параметрами: уровень, отступ от базы, порядковый номер, комментарий и т.д.



Вент. №15
320 м3/ч
h = 2700 мм



Вент. №22
350 м3/ч
h = 3150 мм

www.AVIsotskly.com
Александр Высоцкий

Видеокурс по Autodesk Revit MEP
Блок 4: Общие принципы проектирования инженерных систем
Урок 4.01: Понятие семейств в Revit

Рисунок 4.2 Тип-экземпляр [17]

Изменение, создание новых типов трубопроводов/воздуховодов

Чтобы определить тип и виды соединительных деталей для построения трубопровода/воздуховода, используйте диалоговое окно "Параметры трассировки" (рисунок 4.3). Совершите следующие действия.

1. В окне "Диспетчер проекта" разверните раздел "Виды (все)" > "Планы этажей" и откройте вид для механической системы.
2. В Диспетчере проекта разверните узел "Семейства" > "Воздуховод" > "Типы воздуховодов".
3. Щелкните правой кнопкой систему воздуховодов и выберите команду "Свойства типа". При необходимости редактирования свойств типа при активной команде "Воздуховод" щелкните значок ("Изменить тип").

4. В диалоговом окне "Свойства типа" перейдите к области "Соединительные детали" и для параметра "Настройки трассировки" выберите "Изменить".
5. В диалоговом окне "Настройки трассировки" выберите имя детали, чтобы указать другую деталь. При этом, несмотря на возможность добавления дополнительных строк, необходимо для каждого раздела указывать только одну деталь.
6. Для изменения размеров воздуховода выберите "Размер воздуховода".

В диалоговом окне "Настройки систем ОВиВК" можно добавить или удалить доступные размеры. При выполнении трассировки воздуховода в Revit сначала используйте параметры трассировки, а затем, при необходимости, — параметр "Углы" в окне "Настройки систем ОВиВК".

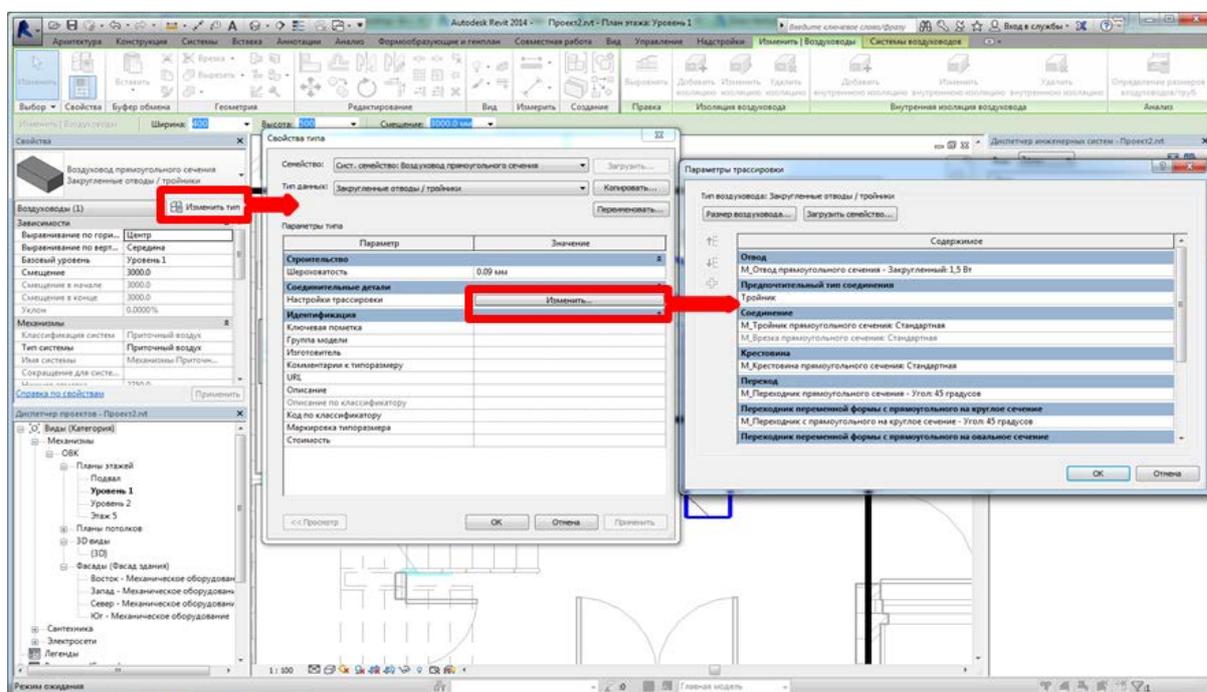


Рисунок 4.3 Диалоговое окно редактирования типа воздуховодов

Если при общем изменении настроек трассировки необходимо обновить существующие участки трубопровода с тем же самым типом, выберите существующие сегменты и соединительные элементы, а затем на вкладке

"Редактирование" нажмите кнопку  ("Применить тип повторно"). Чтобы изменить тип участка воздуховода и использовать другие настройки

трассировки, на вкладке "Редактирование" нажмите кнопку  ("Изменить тип").

Рисование трубопроводов

Для построения трубопровода в проекте и подсоединения механического оборудования и приборов применяется инструмент "Труба". Трубы можно проводить горизонтально и вертикально.

Типовые (проектные) трубы

Чтобы прорисовать горизонтальные и вертикальные трубы или трубы с уклоном, используйте команды работы с трубами на вкладке "Системы" > панель "Сантехника и трубопроводы" или выберите параметры работы с трубами в контекстном меню, которое появляется при щелчке правой кнопкой мыши по соединителю на конце трубы, фитингу трубопровода, механическому или трубопроводному оборудованию. Приступая к рисованию труб в проекте, необходимо указать параметры трассировки по умолчанию для данного типа размещаемых труб. Если настройки трассировки еще не заданы, обратитесь к разделу [Определение параметров трассировки для труб](#).

Трубопровод по осевой

Рисование трубопровода по его осевой линии необходимо на ранних этапах проектирования, когда требуется указать приблизительное место участка трубопровода или отобразить компоновку, размеры которой не определены полностью. Трубопровод по осевой отображается в виде одной линии без фитингов. Использование трубопровода по осевой позволяет спроектировать связную систему на этапе, когда проект еще не определен полностью. Эту систему можно доработать на более поздних этапах проектирования. [Преобразование трубопровода по осевой в двухлинейный трубопровод](#) можно выполнить с фитингами.

Инструменты размещения труб

При выборе инструмента "Труба" или "Трубопровод по осевой" появляется вкладка "Изменение | Размещение трубы", содержащая следующие инструменты для размещения трубопроводов.

1.  **Выравнивание:** вызов диалогового окна "Настройки привязки", в котором для трубы можно задать параметры "Выравнивание по горизонтали", "Смещение по горизонтали" и "Выравнивание по вертикали". Эти параметры недоступны при выборе инструмента "Трубопровод по осевой".
2.  **Соединить автоматически:** автоматическое соединение с точками привязки на компоненте в начале или в конце построения сегмента трубопровода. Функциональная возможность удобна для соединения сегментов с разной отметкой. Тем не менее, при построении трубы по той же траектории, что и для другой трубы с другим смещением, флажок "Соединить автоматически" следует снять во избежание случайного создания ненужного соединения.
3.  **Наследовать отметку:** наследование отметки элемента, к которому он привязан.
4.  **Наследовать размер:** наследование размера элемента, к которому он привязан.
5.  **Отключение уклона:** построение трубы без уклона.
6.  **Уклон вверх:** построение трубы с уклоном вверх.
7.  **Уклон вниз:** построение трубы с уклоном вниз.
8. **Значение уклона:** задания значения уклона для построения трубы с уклоном при включенном параметре "Уклон вверх" или "Уклон вниз".
9.  **Показывать подсказки для уклона:** отображение данных уклона в процессе рисования трубы с уклоном.
10.  **Добавить вертикальный:** соединение наклонного трубопровода с использованием текущего значения уклона.

11.  **Изменить уклон:** соединение наклонного трубопровода напрямую вне зависимости от значения уклона.
12.  **Марки при размещении:** применение аннотационной марки по умолчанию к сегменту трубопровода при его размещении на виде.

Параметры выравнивания

Диалоговое окно «Параметры выравнивания» можно использовать для настройки размещения труб в модели. Чтобы открыть его, щелкните  инструмент «Выравнивание» при выбранном инструменте «Труба». Это диалоговое окно содержит следующие инструменты настройки.

1. **Выравнивание по горизонтали:** выравнивание краев секций трубы по горизонтали с использованием в качестве опорной линии центра, левой или правой стороны трубы.
2. **Смещение по горизонтали:** задание смещения от точки щелчка мышью в области рисования до места рисования трубы. Этим методом удобно пользоваться при размещении трубопроводов на заданном расстоянии между трубой и другим компонентом на виде.
3. **Выравнивание по вертикали:** выравнивание краев секций трубы по вертикали с использованием в качестве опорной линии середины, нижней или верхней стороны трубы.

Панель параметров для труб

Панель содержит следующие инструменты настройки.

- **Диаметр:** диаметр трубопровода. Если соединения невозможно сохранить, выводится предупреждение.
- **"Смещение":** вертикальная отметка трубы относительно текущего уровня. Значение смещения можно ввести с клавиатуры или выбрать из списка сохраненных в памяти значений.

-  / : блокирование/разблокирование высотной отметки сегмента. Когда отметка заблокирована, расположение сегмента по высоте является фиксированным и соединять его с воздухопроводами на другой высоте невозможно.
- **"Применить"**: применение текущих значений, заданных на панели параметров. Если на виде в плане задается смещение для рисования вертикальной трубы, то нажатие кнопки "Применить" вызывает создание вертикального трубопровода между исходной отметкой смещения и применяемой отметкой.

Рисование трубы на виде в плане

На виде в плане можно рисовать горизонтальные, вертикальные и наклонные трубы, хотя вертикальные и наклонные трубы зачастую легче рисовать на фасаде или на разрезе.

Рисование горизонтального трубопровода

Сегменты горизонтальной трубы можно рисовать на виде в плане. Для этого совершите следующие действия.

1. Откройте вид для системы.
2. Выберите вкладку "Системы" > панель "Сантехника и трубопроводы" >  "Труба" или  "Трубопровод по осевой".
3. В списке Выбор типа укажите тип трубы. Можно также выбрать тип системы на палитре свойств в разделе "Механическое оборудование".
4. Щелкните вкладку "Размещение трубы" > панель "Инструменты размещения" и выберите параметры размещения.
5. Убедитесь в том, что на ленте выбран режим  "Марки при размещении", обеспечивающий автоматическое нанесение марок труб. Затем на панели параметров задайте следующие параметры маркировки:

- изменение ориентации марки: установите переключатель в положение "Горизонтально" или "Вертикально";
- загрузка дополнительных марок: нажмите "Марки";
- размещение линии выноски между маркой и трубой: установите флажок "Выноска";
- изменение длины выноски по умолчанию: введите значение в текстовом поле справа от флажка "Выноска".

6. На панели параметров укажите параметры компоновки.

7. Укажите начальную точку трубы.

8. Укажите конечную точку трубы. В случае присоединения к другому сегменту трубы или фитингу щелкните соединитель на другом сегменте трубы (фитинге) или щелкните осевую линию существующей трубы.

К сегменту двухлинейного трубопровода в соответствии с настройками трассировки автоматически добавляются переходы, тройники и отводы. Трубопровод по осевой рисуется без отвода или тройника. Углы для фитингов вычерчиваются в соответствии с параметром "Углы" в окне "Настройки систем ОВиВК". Если труба назначается системе, то приборы и оборудование, соединенные с ней, добавляются в ту же самую систему.

Для труб на виде с невидимыми линиями отображаются осевые линии. При работе с соединительными деталями трубопроводов можно переопределить осевую линию по умолчанию. Для этого можно изменить семейство, добавить линию модели и присвоить осевой линии эту подкатегорию. При рисовании трубы от компонента с несколькими соединителями, расположенными друг над другом, откроется диалоговое окно "Выбор соединителя", в котором можно выбрать требуемый соединитель.

В шаблонах для США осевые линии отключаются по умолчанию.

Рисование вертикальных трубопроводов

Рисование вертикального сегмента трубы на виде в плане производится путем изменения значения смещения на панели параметров в процессе

рисования сегмента. Для придания уклона всей системе или частям системы используется редактор уклонов – см. раздел Работа с редактором уклонов. При применении больших значений уклона зачастую проще рисовать трубопровод под требуемым углом на разрезе или на фасаде (см. разделы Рисование трубы на фасаде и Рисование трубы на разрезе). Для рисования вертикального сегмента от существующего сегмента трубы совершите следующие действия.

1. Выберите вкладку "Системы" > панель "Сантехника и трубопроводы" >  "Труба" или  "Трубопровод по осевой".
2. В списке Выбор типа укажите тип трубы. Можно также выбрать тип системы на палитре свойств в разделе "Механическое оборудование".
3. В области рисования щелчком мыши укажите начальную точку трубы.
4. Щелкните вкладку "Размещение трубы" > панель "Инструменты размещения" и выберите параметры размещения.
5. На панели параметров задайте другое смещение и нажмите кнопку "Применить", затем "Изменить". Автоматически создается вертикальный сегмент от точки, заданной первоначальным смещением, до точки, заданной новым смещением.
6. Правой кнопкой мыши щелкните соединитель на существующей трубе, приборе, фитинге или механическом оборудовании и выберите команду "Рисовать трубу" или "Рисовать трубопровод по осевой".
7. Для применения размера и отметки существующего компонента нажмите клавишу пробела. Чтобы применить только отметку или только размер, нужно выбрать вкладку "Изменить | Размещение воздуховода" > панель "Инструменты размещения" >  "Наследовать отметку" или  "Наследовать размер".
8. Щелкните вкладку "Размещение трубы" > панель "Инструменты размещения" и выберите параметры размещения.
9. На панели параметров задайте другое смещение и нажмите кнопку "Применить". Автоматически создается вертикальный сегмент от точки,

заданной первоначальным смещением, до точки, заданной новым смещением. Затем можно рисовать горизонтальные сегменты, продолжающие участок трубы на новой высоте, или нажать кнопку "Изменить", чтобы добавить только вертикальный сегмент.

Углы для фитингов вычерчиваются в соответствии с параметром "Углы" в окне "Настройки систем ОВиВК".

Для труб на виде с невидимыми линиями отображаются осевые линии. При работе с соединительными деталями трубопроводов можно переопределить осевую линию по умолчанию. Для этого можно изменить семейство, добавить линию модели и присвоить осевой линии эту подкатегорию. При рисовании трубы от компонента с несколькими соединителями, расположенными друг над другом, откроется диалоговое окно "Выбор соединителя", в котором можно выбрать требуемый соединитель.

В шаблонах для США осевые линии по умолчанию отключаются.

Рисование наклонных труб

Существует несколько способов применения уклона к трубопроводу:

- в процессе рисования трубопровода можно использовать команды уклона на ленте;
- элементы управления уклоном, связанные с существующей трубой, можно использовать при небольших значениях уклона или при корректировке уклона для конкретных сегментов труб;
- для придания уклона всей системе или частям системы используется редактор уклонов – см. "Работа с редактором уклонов";
- для применения больших значений уклона можно нарисовать трубопровод под требуемым углом на разрезе или на фасаде – см. "Работа с редактором уклонов" и "Элементы управления трубами".

Применение уклона при рисовании трубы

Для задания уклона в процессе рисования горизонтальной трубы на виде используются параметры уклона на ленте. Метод обычно используется, чтобы задать малые значения уклона. Для этого совершите следующие действия.

1. В окне "Диспетчер проекта" разверните раздел "Виды (все)" > "Планы этажей" и дважды щелкните на виде для системы трубопроводов.
2. Выберите вкладку "Системы" > панель "Сантехника и трубопроводы" >  "Труба".
3. В списке "Выбор типа" укажите тип трубы.
4. При необходимости в категории "Механическое оборудование" палитры свойств укажите "Тип системы".
5. Щелкните вкладку "Размещение трубы" > панель "Инструменты размещения" и выберите параметры размещения.
6. Убедитесь в том, что на ленте выбран режим  "Марки при размещении", обеспечивающий автоматическое нанесение марок труб. Затем на панели параметров задайте следующие параметры маркировки:
 - изменение ориентации марки: установите переключатель в положение "Горизонтально" или "Вертикально";
 - загрузка дополнительных марок: нажмите "Марки";
 - размещение линии выноски между маркой и трубой: установите флажок "Выноска";
 - изменение длины выноски по умолчанию: введите значение в текстовом поле справа от флажка "Выноска".
7. На вкладке "Размещение трубы" > панель "Трубопровод с уклоном" щелкните  "Уклон вверх" или  "Уклон вниз" и выберите из раскрывающегося списка значение уклона. Значения уклона определяются в диалоговом окне "Параметры механического оборудования".
8. Для отображения данных уклона в процессе рисования трубы с уклоном щелкните  "Показывать подсказки для уклона".

9. В области рисования щелчком выберите начальную точку трубы. Начальная точка также служит опорным концом применяемого уклона. При положительном значении уклона опорный конец расположен ниже конечной точки. При отрицательном значении уклона конечная точка расположена ниже опорного конца (начальной точки).
10. Перетащите курсор, чтобы удлинить трубу, и щелкните еще раз для выбора конечной точки трубы.

В область рисования добавляется труба с уклоном.

Использование элементов управления трубой для применения уклона к трубе, первоначально не имеющей уклона

Для редактирования элементов управления отметкой, отображающихся при выборе сегмента трубы на виде, с целью придания небольшого уклона трубе, первоначально не имеющей уклона, совершите следующие действия.

1. Выберите на виде сегмент трубы.
2. Щелкните элемент управления отметкой на каждом конце трубы (рисунок 4.4), введите значение смещения выше или ниже исходного значения и нажмите клавишу Enter.

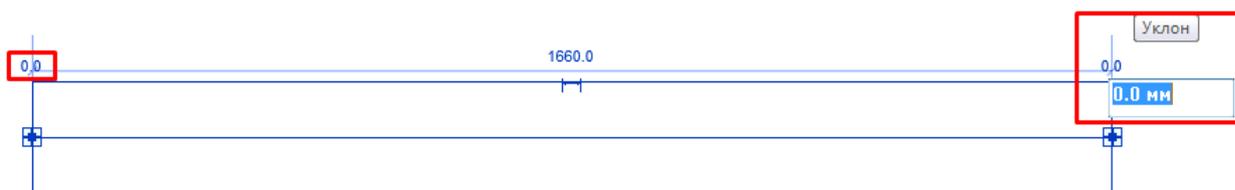


Рисунок 4.4 Изменение угла наклона трубы

Значение уклона и опорные элементы управления добавятся в средней точке сегмента трубы (рисунок 4.5). Опорный элемент управления уклоном указывает на опорный конец уклона, который служит начальной точкой, заданной при рисовании исходной трубы. Аналогично, щелкнув мышью по уклону, можно непосредственно ввести значение необходимого уклона, при этом опорный конец остается на текущей отметке.

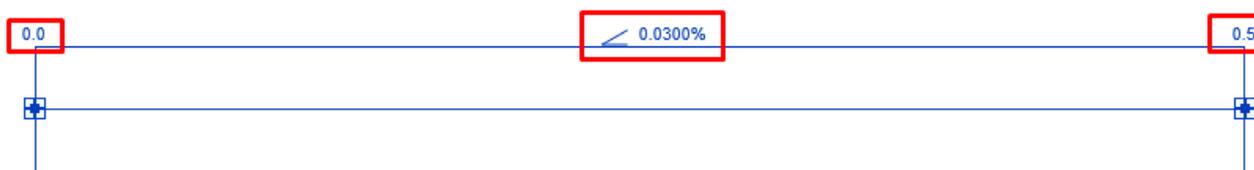


Рисунок 4.5 Результат изменения уклона трубы

Использование элементов управления трубой для корректировки существующей трубы с уклоном

Для корректировки существующего уклона нужно изменить элементы управления, которые отображаются при выборе сегмента трубы на виде. Для перемены местами опорного конца совершите следующие действия.

1. Выберите на виде сегмент трубы.
2. Выберите элемент управления со значением уклона в середине трубы, введите новое значение для уклона и нажмите клавишу Enter. Элемент управления уклоном указывает на опорный конец уклона, который служит начальной точкой, заданной при рисовании исходной трубы.
3. Выберите элемент управления опорным концом уклона для переключения опорного конца уклона. При изменении значения уклона опорный конец остается на текущей отметке.

Присоединение к существующей трубе с другой отметкой

Для присоединения к существующей трубе с другой отметкой можно использовать текущее значение уклона или игнорировать значение уклона и присоединиться к ней напрямую. Совершите следующие действия.

1. Щелкните команду "Труба" или выберите сегмент трубы на виде.
2. Чтобы непосредственно изменить соединения вне зависимости от значения уклона, выберите на ленте вкладку "Изменить | Размещение трубы" > вкладку "Смещение соединений" >  "Изменить уклон".

3. Чтобы использовать текущее значение уклона, выберите на ленте вкладку "Изменить | Размещение трубы" > вкладку "Смещение соединений" >  "Добавить вертикальный".
4. Продолжите рисование трубы и присоединитесь к существующей трубе. Труба соединяется напрямую, независимо от текущего значения уклона.

Дополнительные темы для самостоятельного изучения (материал доступен по гиперссылкам)

1. Рисование трубопровода с помощью контекстного меню. Контекстное меню можно использовать при присоединении к существующим соединителям на механическом оборудовании, трубах или фитингах.
2. Рисование трубы на фасаде
3. Рисование трубы на разрезе
4. Построение параллельных труб. Параллельные трубы можно добавить в существующий участок трубопровода, который содержит трубы и отводы.
5. Определение настроек трассировки для трубы. Можно назначить сегменты и фитинги конкретным диапазонам размеров для их использования при трассировке трубы.
6. Определение обозначений подъема/опуска для системы трубопроводов. Можно определить обозначения подъема/опуска для системы трубопроводов в Диспетчере проекта.
7. Работа с элементами управления трубой
8. Преобразование трубопровода по осевой в двухлинейный трубопровод. Трубопровод по осевой может быть преобразован в трубопровод с фитингами.

Гибкая труба

Рисовать гибкие трубы можно с помощью инструмента "Гибкая труба" (вкладка "Системы" > панель "Сантехника и трубопроводы") или команды "Построение гибкой трубы" контекстного меню. Для вызова меню необходимо

щелкнуть правой кнопкой мыши соединитель концов труб, соединительную деталь трубопровода, оборудование, арматуру трубопроводов или сантехнический прибор. Этот инструмент доступен только при работе на плане или 3D виде. Форму гибкой трубы на разрезе или фасаде можно изменять, изменяя местоположение вершин.

Добавление заглушки

К открытому краю трубопровода или воздухопровода можно добавить торцевую заглушку. Для определения типа добавляемой торцевой заглушки в Revit используются сведения, заданные в параметрах трассировки.

Для добавления заглушки к воздухопроводу или трубопроводу совершите следующие действия.

1. Выберите сегмент, фитинг или арматуру воздухопровода или трубопровода.
2. Выберите вкладку "Изменить | Воздуховоды" или "Изменить | Трубопроводы" > панель "Правка" >  "Заглушки на открытом конце".

Заглушки добавляются ко всем открытым концам выбранного элемента.

Для добавления заглушки к выбранному соединителю воздухопровода или трубопровода совершите следующее действие: щелкните соединитель правой кнопкой мыши и выберите команду "Заглушка на открытом конце".

Для добавления заглушки к сети трубопроводов или воздухопроводов совершите следующие действия.

1. Выберите сеть воздухопроводов или трубопроводов.
2. Выберите вкладку "Изменить | Воздуховоды" или "Изменить | Трубопроводы" > панель "Правка" >  "Заглушки на открытом конце".

Заглушки добавляются ко всем открытым концам выбранного содержимого.

Новые заглушки выделяются, и отображается диалоговое окно с предупреждением о числе добавленных заглушек. Можно использовать это диалоговое окно для удаления заглушек или отображения сведений о месте добавления заглушек. При выборе системы заглушки не добавляются во врезки. Во все врезки заглушки необходимо добавлять в ручном режиме.

Размещение арматуры трубопровода

Арматуру трубопроводов можно добавлять на видах в плане, видах разреза, видах фасада и 3D видах.

1. В Диспетчере проекта откройте вид, на котором требуется разместить арматуру трубопроводов.
2. Выберите вкладку "Системы" > панель "Сантехника и трубопроводы" >  "Арматура трубопроводов".
3. В списке "Выбор типа" выберите тип арматуры трубопровода.
4. В области рисования выберите осевую линию сегмента трубопровода для подсоединения арматуры к сегменту трубопровода.

Рисование воздуховодов

Рисование воздуховодов во многом схоже с рисованием трубопроводов и имеет аналогичные инструменты; имеются и некоторые различия. В данном разделе будут рассмотрены основные инструменты для работы с воздуховодами с учетом их отличий от рисования трубопроводов. Для ознакомления с остальными инструментами можно воспользоваться разделом «Рисование трубопроводов».

Панель параметров для воздуховодов

При рисовании воздуховода используются следующие настройки:

- уровень: (только на 3D видах, фасадах и разрезах) базовый уровень для канала;
- ширина: ширина прямоугольного или овального воздуховода;
- высота: высота прямоугольного или овального воздуховода;
- диаметр: диаметр секции воздуховода круглого сечения;
- смещение: высотная отметка воздуховода относительно текущего уровня – значение смещения можно ввести с клавиатуры или выбрать из списка сохраненных в памяти значений;

- блокирование/разблокирование высотной отметки сегмента / : когда отметка заблокирована, расположение сегмента по высоте является фиксированным, и соединять его с воздуховодами на другой высоте невозможно.

Инструменты размещения воздуховодов

При выборе инструмента "Воздуховод" или "Воздуховод по осевой" появляется вкладка "Изменить | Размещение воздуховода", содержащая следующие параметры для размещения воздуховодов.

1.  "Выравнивание": вызов диалогового окна "Параметры выравнивания", в котором для воздуховода можно задать параметры "Выравнивание по горизонтали", "Смещение по горизонтали" и "Выравнивание по вертикали". Этот параметр недоступен при выборе инструмента "Воздуховод по осевой".
2.  Соединить автоматически: автоматическое соединение с точками привязки на компоненте в начале или в конце построения сегмента воздуховода. Этот режим удобен при соединении элементов с различными отметками. Однако при построении воздуховода по той же траектории, что и для другого воздуховода с другим смещением, флажок "Автосоединение" следует снять во избежание случайного создания ненужного соединения.
3.  Наследовать отметку: наследование отметки элемента, к которому он привязан.
4.  Наследовать размер: наследование размера элемента, к которому он привязан.
5.  Добавить вертикальный: соединяет наклонный воздуховод круглого сечения с использованием текущего значения уклона.
6.  Изменить уклон: соединяет наклонный воздуховод круглого сечения напрямую вне зависимости от значения уклона.
7.  Марки при размещении: применение аннотационной марки по умолчанию к сегменту воздуховода при его размещении на виде.

Параметры выравнивания

Для доступа к этому диалоговому окну следует нажать кнопку  "Настройка привязки" при выбранном инструменте "Воздуховод". Предусмотрены следующие параметры выравнивания.

1. Выравнивание по горизонтали: выравнивание краев секций воздуховода по горизонтали с использованием в качестве вспомогательной линии центра, левой или правой стороны воздуховода.
2. Смещение по горизонтали: смещение между местом щелчка мышью в области рисования и местом рисования воздуховода. Этот параметр удобен при размещении воздуховода на постоянном расстоянии от другого элемента на виде.
3. Выравнивание по вертикали: выравнивание краев секций воздуховода по вертикали с использованием в качестве вспомогательной линии середины, нижней или верхней стороны воздуховода.

Рисование воздуховода на виде в плане

Горизонтальные и вертикальные воздуховоды можно рисовать на виде в плане. Рисование вертикального сегмента воздуховода на виде в плане производится путем изменения в процессе рисования сегмента значения смещения на панели параметров. Зачастую вертикальные сегменты воздуховодов проще рисовать на разрезе или на фасаде – см. [Рисование воздуховода на виде фасада или разреза](#).

Для рисования воздуховода на виде в плане совершите следующие действия.

1. Откройте вид, содержащий систему воздуховодов, в которой требуется разместить воздуховоды.
2. Выберите вкладку "Системы" > панель "ОВК" >  "Воздуховод" или  "Воздуховод по осевой".

3. В списке "Выбор типа" выберите тип воздуховода. Можно также выбрать тип системы на палитре свойств в разделе "Механическое оборудование".

4. На панели параметров укажите параметры компоновки.

Если требуется нарисовать вертикальный воздуховод, на панели параметров задайте значение смещения выше или ниже начальной точки и нажмите "Применить". Автоматически создается вертикальный сегмент от точки, заданной первоначальным смещением, до точки, заданной новым смещением. Далее можно рисовать горизонтальные сегменты, продолжающие участок воздуховода на новой высоте, или нажать кнопку "Изменить", чтобы ограничиться размещением только вертикального сегмента.

5. На ленте убедитесь в том, что выбран режим "Марки при размещении", обеспечивающий автоматическое нанесение марки воздуховода. Затем на панели параметров задайте требуемые параметры маркировки:

- для изменения ориентации марки установите переключатель в положение "Горизонтально" или "Вертикально";
- для загрузки дополнительных марок: нажмите "Марки";
- для размещения линии выноски между маркой и воздуховодом: установите флажок "Выноска";
- для изменения длины выноски по умолчанию: введите значение в текстовом поле справа от флажка "Выноска".

6. На ленте выберите параметры размещения.

7. Укажите начальную точку воздуховода, переместите курсор в требуемое местоположение конца воздуховода и щелчком мыши задайте конечную точку воздуховода.

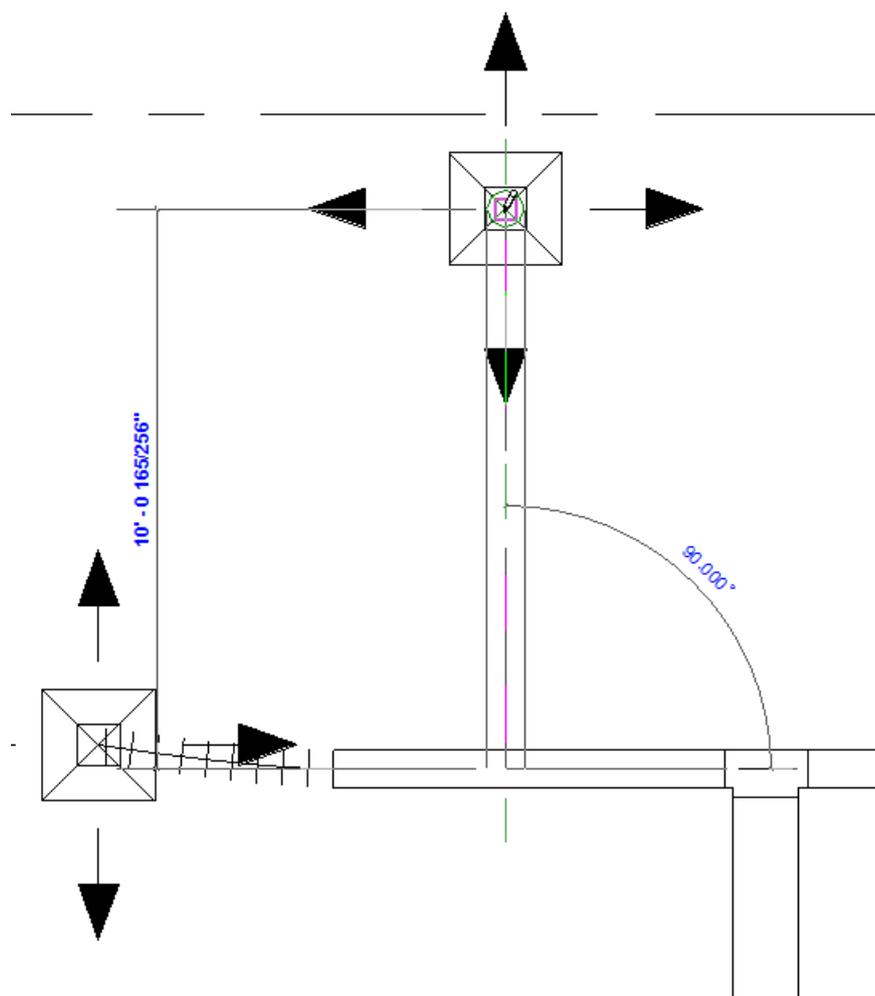


Рисунок 4.6 Рисование воздуховода

Выполняется привязка воздуховода к соединителю (☒) на компоненте механического оборудования (рис. 4.6), воздуховоде, соединительных деталях воздуховодов или воздухоприемнике, либо к осевой линии существующего воздуховода для фиксации начальной или конечной точки воздуховода. К сегменту двухлинейного воздуховода автоматически добавляются переходы, тройники и отводы. Воздуховод по осевой рисуется без отвода или тройника. Некоторые компоненты имеют несколько соединителей, которые отображаются один над другим. При рисовании воздуховода из такого компонента откроется диалоговое окно "Выбор соединителя", которое позволит выбрать требуемый соединитель.

Если воздуховод назначается системе, то соединенные с ним воздухоприемники и механическое оборудование добавляются в ту же самую систему.

Для элементов воздуховода круглого сечения на виде с невидимыми линиями отображаются осевые линии. При работе с соединительными деталями воздуховодов можно переопределить осевую линию по умолчанию. Для этого можно изменить семейство, добавить линию модели и присвоить осевой линии эту подкатегорию. Для элементов воздуховода овального и прямоугольного сечения на виде с невидимыми линиями осевые линии не отображаются. По умолчанию осевые линии отключаются в шаблонах для США.

Для рисования вертикального воздуховода от горизонтального участка воздуховода совершите следующие действия.

1. На панели параметров задайте смещение для воздуховода и нарисуйте горизонтальный сегмент воздуховода.
2. Указав щелчком мыши конечную точку горизонтального сегмента, на панели параметров задайте другое смещение и нажмите "Применить". К воздуховоду добавится вертикальный сегмент из соединителя на горизонтальном сегменте до точки, заданной новым смещением.
3. Нажмите "Изменить" или продолжайте рисовать участок воздуховода.

Рисование воздуховода на виде фасада или разреза

Для рисования воздуховодов на видах фасада и разреза используются те же инструменты и методы, что и для рисования на видах в плане. Однако изменение направления обзора компоновки может привести к непредвиденным результатам. На виде фасада/разреза воздуховод прорисовываются относительно плоскости вида фасада/разреза. При рисовании на виде фасада/разреза следует держать открытым 3D вид или вид в плане для просмотра результатов выполняемых действий.

Определение обозначений подъема/опуска для системы воздуховодов

Можно определять обозначения подъема/опускания для системы воздуховодов в Диспетчере проекта. Совершите следующие действия.

1. В окне "Диспетчер проекта" разверните раздел "Виды (все)" > "Планы этажей" и дважды щелкните вид системы трубопроводов.
2. В Диспетчере проекта разверните узел "Семейства" > "Системы воздухопроводов" > "Система воздухопроводов".
3. Щелкните правой кнопкой систему воздухопроводов и выберите команду "Свойства типа".
4. В диалоговом окне "Свойства типа" > "Параметры типа" > "Подъем/опуск" щелкните столбец "Значение" и нажмите кнопку , чтобы открыть диалоговое окно "Выбор обозначения", в котором можно указать обозначения подъема/опуска.
5. Нажмите кнопку ОК.

Подсоединение воздуховода к существующей системе

Для подсоединения воздуховода к существующей системе совершите следующие действия.

1. В области рисования выберите компонент механического оборудования, воздухопровод, гибкий воздухопровод или соединительные детали воздухопроводов, к которым требуется подсоединить воздухопровод.
2. Щелкните правой кнопкой мыши соединитель, с которым требуется соединить воздухопровод, и выберите команду "Рисовать воздухопровод" или "Рисовать воздухопровод по осевой". Некоторые компоненты имеют несколько соединителей, которые отображаются один над другим. При рисовании воздуховода из такого компонента открывается диалоговое окно "Выбор соединителя", которое позволяет выбрать требуемый соединитель.
3. Перетащите другой конец воздуховода в требуемую конечную точку.
4. Щелчком мыши укажите конечную точку воздуховода. К сегменту автоматически добавляются двухлинейный воздухопровод, переходы, тройники и отводы.

Подсоединение вертикального воздуховода к существующему компоненту

Для подсоединения вертикального воздуховода к существующему компоненту совершите следующие действия.

1. Щелкните правой кнопкой мыши соединитель на существующем воздуховоде, гибком воздуховоде, соединительных деталях воздухопроводов, воздухоприемнике или механическом оборудовании и выберите "Рисовать воздухопровод" или "Рисовать воздухопровод по осевой".
2. Выберите вкладку "Изменение | Размещение воздуховода" > "Инструменты размещения" >  "Соединить автоматически".
3. Для применения размера и отметки существующего компонента нажмите клавишу пробел. Чтобы применить только отметку или только размер, нужно выбрать вкладку "Изменение | Размещение воздуховода" > панель "Инструменты размещения" >  и выбрать "Наследовать отметку" или  "Наследовать размер".
4. На панели параметров задайте смещение вверх или вниз относительно начальной точки, нажмите "Применить" и затем "Изменить".

Автоматически создается вертикальный сегмент от точки, заданной первоначальным смещением, до точки, заданной новым смещением. Далее можно рисовать горизонтальные сегменты, продолжающие участок воздуховода на новой высоте, или нажать кнопку "Изменить", чтобы ограничиться размещением только вертикального сегмента.

При рисовании воздуховода из компонента с несколькими расположенными друг над другом соединителями открывается диалоговое окно "Выбор соединителя", которое позволяет выбрать требуемый соединитель.

Работа с элементами управления воздуховодами

При выборе на виде сегмента воздуховода в области рисования появляется несколько элементов управления, с помощью которых можно скорректировать размер, длину, высотную отметку и уклон сегментов воздуховода. Уклон при работе с воздуховодами используется только в качестве средства трассировки.

Применить уклоны ко всем компонентам системы воздуховодов с помощью редактора уклонов нельзя. Имеются следующие элементы управления.

1. Длина – отображается в средней точке сегмента воздуховода в виде временного размера.
2. Высотная отметка каждого конца сегмента воздуховода – отображается рядом с соединителем на каждом конце воздуховода.
3. Элемент с символом  – позволяет перетаскивать сегмент воздуховода и обеспечивает доступ к контекстному меню, открываемому щелчком правой кнопкой мыши.
4. Элемент с символом  – позволяет сделать временные размеры постоянными (см. раздел Временные размеры).
5. Элемент с символом  – показывает направление уклона для наклонного воздуховода. Значение уклона в центре воздуховода указывает коэффициент, угол, процент или соотношение уклона, в зависимости от значения параметра "Уклон" для категории ОВК в диалоговом окне Единицы проекта

Использование элементов управления размерами

Для использования элементов управления размерами совершите следующие действия.

1. Выберите воздуховод в области рисования, чтобы на нем появились элементы управления и значения смещения.
2. Щелкните элемент управления временной длиной над сегментом воздуховода, введите требуемую длину воздуховода и нажмите клавишу Enter.

Использование элементов управления высотными отметками

Для использования элементов управления высотными отметками совершите следующие действия.

1. Выберите воздуховод в области рисования, чтобы на нем появились элементы управления и значения смещения.
2. Щелкните элемент управления отметкой на каждом конце сегмента воздуховода, введите значение отметки и нажмите клавишу Enter.

Если для каждого конца сегмента ввести разные значения отметок, то к сегменту будет применен уклон.

Использование элементов управления уклоном

Для использования элементов управления уклоном совершите следующие действия.

1. Выберите воздуховод в области рисования, чтобы на нем появились элементы управления и значения смещения.
2. Щелкните элемент управления отметкой на одном конце воздуховода, введите значение смещения – такое, чтобы этот конец воздуховода поднялся выше или опустился ниже другого конца, и нажмите клавишу Enter.

Перемена места опорного конца

Элемент управления уклоном в средней точке показывает направление уклона в направлении опорного конца воздуховода (при изменении значения уклона опорный конец остается на текущей отметке). Значение в элементе управления уклоном в центре воздуховода показывает коэффициент, угол, процент или соотношение уклона, в зависимости от значения параметра "Уклон" для категории ОВК в диалоговом окне Единицы проекта. Для перемены места опорного конца совершите следующее действие: щелкните символ угла в средней точке воздуховода. Символ угла развернется и будет указывать на противоположный конец воздуховода.

Задание абсолютного уклона

Для задания абсолютного уклона совершите следующее действие: щелкните значение уклона в средней точке воздуховода, введите значение уклона и нажмите клавишу Enter.

Вводимое значение представляет собой коэффициент уклона на участке или абсолютный угол уклона в зависимости от значения параметра "Отображение уклона" в диалоговом окне Единицы проекта.

Гибкие воздуховоды

Инструмент "Гибкие воздуховоды" доступен только на видах в плане или 3D-видах. Для рисования гибких воздуховодов используется инструмент "Гибкий воздуховод" или команда "Рисовать гибкий воздуховод" в контекстном меню соединителя на компоненте оборудования, фитинге воздуховода или конце воздуховода. Процедура добавления сегментов гибких воздуховодов аналогична добавлению жестких воздуховодов.

Присоединение гибких воздуховодов к существующей системе воздуховодов

Для присоединения гибких воздуховодов к существующей системе воздуховодов совершите следующие действия.

1. В области рисования выберите компонент механического оборудования, участок воздуховода или соединительные детали воздуховодов, к которым требуется подсоединить гибкий воздуховод.
2. Щелкните на соединителе правой кнопкой мыши и выберите "Рисовать гибкий воздуховод".

Некоторые компоненты имеют несколько соединителей, которые отображаются один над другим. При рисовании гибкого воздуховода из такого компонента открывается диалоговое окно "Выбор соединителя", которое позволяет выбрать требуемый соединитель.

3. На панели параметров задайте параметры компоновки и нажмите "Применить".

4. Перетащите предварительное изображение гибкого воздуховода, щелкая мышью в каждой точке, в которой воздуховод будет изгибаться.

При щелчках мышью в изгибах воздуховода размещаются вершины, с помощью которых можно изменять форму гибкого воздуховода. С помощью команд контекстного меню гибких воздуховодов можно также вставлять и удалять вершины.

5. Щелкните соединитель на воздухоприемнике, сегменте воздуховода или компоненте механического оборудования, чтобы указать конец гибкого воздуховода.

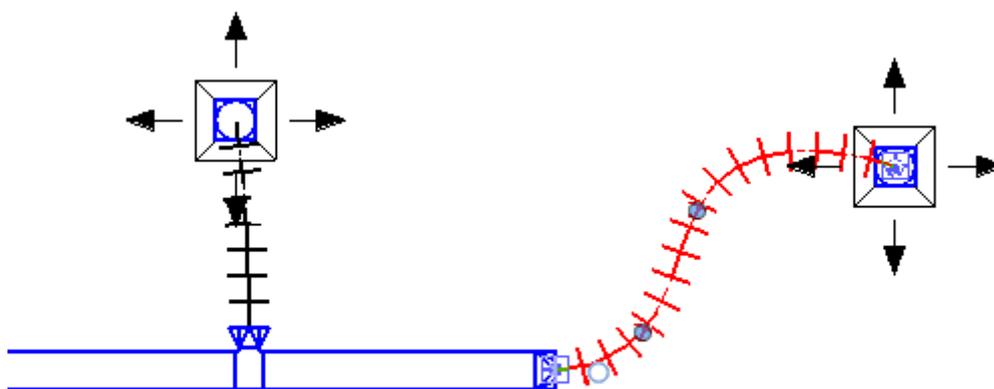


Рисунок 4.7 Присоединение гибкого воздуховода

В систему воздуховодов автоматически добавляются переходы и тройники, облегчающие соединение гибкого воздуховода с другими компонентами системы (рисунок 4.7).

Элементы управления на гибких воздуховодах

Для корректировки трассировки гибких воздуховодов можно использовать элементы управления "Вершина", "Изменение касательной" и "Соединитель" (рисунок 4.8).

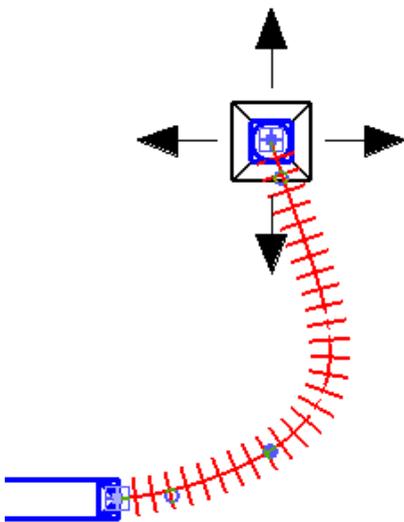


Рисунок 4.8 Элементы управления для редактирования существующего гибкого воздуховода

- Символ  ("Вершина") отображается вдоль траектории гибкого воздуховода и позволяет изменять точки, где воздуховод изгибается.
- Символ  ("Изменить касательную") присутствует в начале и в конце гибкого воздуховода и позволяет скорректировать касательную первого и последнего изгиба.
- Символы  (Соединитель) присутствуют на каждом конце гибкого воздуховода и используются для изменения положения концов воздуховода. Они позволяют соединить гибкий воздуховод с другим компонентом механического оборудования или отсоединить гибкий воздуховод от системы. При щелчке по соединителю правой кнопкой мыши появляется контекстное меню, содержащее команды для добавления и удаления вершин, а когда воздуховод отсоединен от другого компонента — для рисования (присоединения) жестких и гибких воздуховодов.

Добавление в гибкий воздуховод вершины

Для добавления в гибкий воздуховод вершины совершите следующие действия.

1. Выберите сегмент гибкого воздуховода на виде в плане.
2. Щелкните правой кнопкой мыши сегмент гибкого воздуховода и выберите "Вставить вершину".
3. Перетащите вершину на гибкий воздуховод и щелчком мыши зафиксируйте ее положение на гибком воздуховоде.

На гибком воздуховоде появятся новые элементы управления "Вершина" (рисунок 4.9).

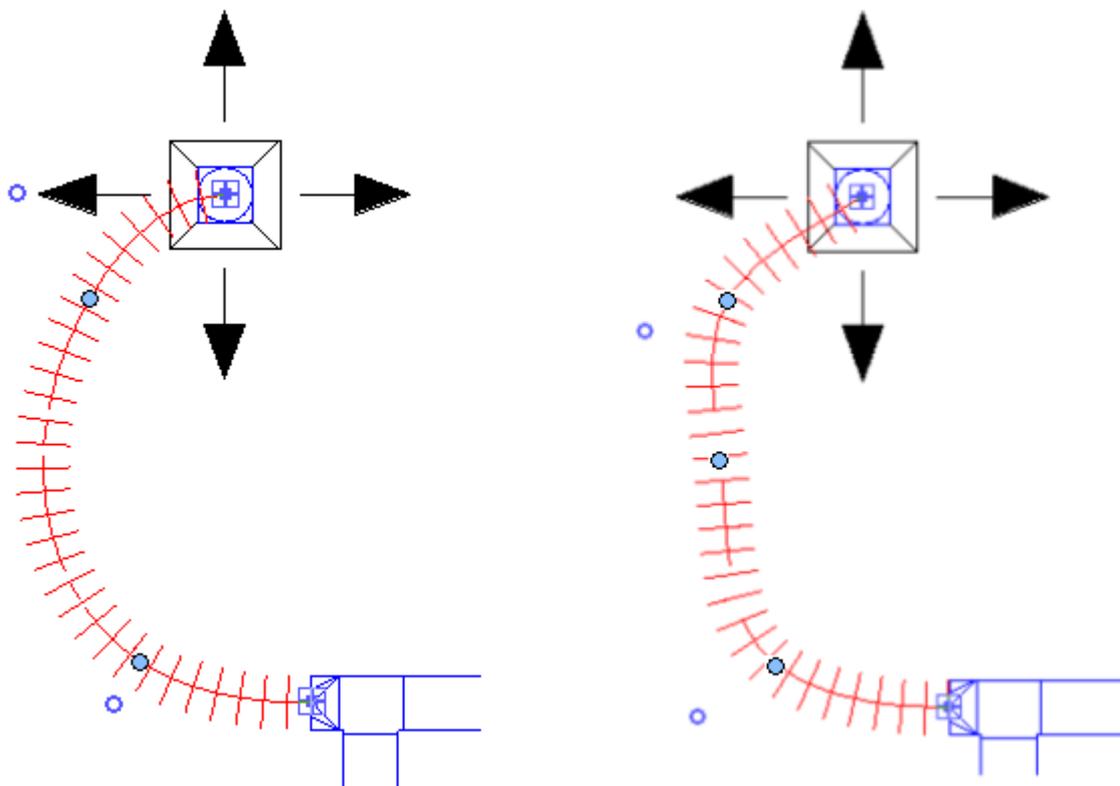


Рисунок 4.9 Добавление вершины

Изменение трассировки гибкого воздуховода

Для изменения трассировки гибкого воздуховода совершите следующие действия.

1. Выберите сегмент гибкого воздуховода на виде в плане.
2. Для изменения трассировки воздуховода перетаскивайте вершины и элементы управления касательными.

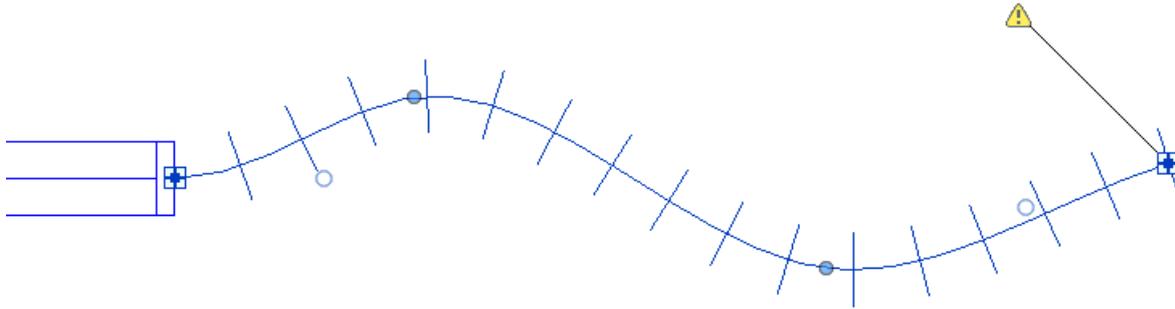


Рисунок 4.10 Изменение трассировки

Удаление вершины из гибкого воздуховода

Для удаления вершины из гибкого воздуховода совершите следующие действия.

1. Выберите сегмент гибкого воздуховода на виде в плане.
2. Щелкните на гибком воздуховоде правой кнопкой мыши, выберите "Удалить вершину", затем щелкните на вершине гибкого воздуховода, которую требуется удалить.

Размещение воздухораспределителей

Инструмент позволяет размещать в проекте воздухораспределители (воздухоприемники). При размещении на виде воздухоприемников связанная с ними информация используется в расчетах нагрузок системы воздуховодов для пространств (помещений). В помещениях нарастающим итогом учитываются количества приточного, рециркулирующего и отработанного воздуха, подаваемых в помещение или отводимых из него, что позволяет выбрать правильные размеры воздухоприемников.

Задание высотной отметки компонента

Для задания высотной отметки воздухоприемника совершите следующие действия.

1. Откройте вид, содержащий систему воздуховодов, в которую требуется добавить воздухоприемник.
2. Выберите вкладку "Системы" > панель "ОВК" >  "Воздухоприемник" и укажите тип воздухоприемника в списке Выбор типа.
3. На ленте задайте следующие параметры:
 - загрузить семейство – загрузка компонентов семейства;
 - модель в контексте – создание нового семейства указанного компонента, которое будет доступно только в данном проекте.
4. Убедитесь в том, что на ленте установлен флажок "Марки при размещении", обеспечивающий автоматическое добавление марки. Затем на панели параметров задайте следующие параметры маркировки:
 - изменение ориентации марки – установите переключатель в положение "Горизонтально" или "Вертикально";
 - загрузка дополнительных марок – выберите "Марки";
 - добавление линии выноски между маркой и воздухоприемником – установите флажок "Выноска";
 - изменение длины выноски по умолчанию – введите значение в текстовом поле справа от флажка "Выноска".
5. Для размещения воздухоприемника непосредственно на грани воздуховода выберите вкладку "Изменить | Разместить воздухоприемник" > панель "Компоновка" >  "Воздухоприемник на воздуховоде". Можно разместить на воздуховоде новый воздухоприемник или перетащить на воздуховод существующий воздухоприемник, учитывая при этом, что:
 - поддерживаются только воздухораспределители без основы;
 - для привязки воздухоприемника к поверхности воздуховода необходимо перемещать курсор внутри воздуховода;
 - при размещении воздухоприемника на боковой грани воздуховода точкой вставки служит точка вставки семейства;

- при размещении воздухоприемника на конце воздуховода точка вставки определяется соединителем.
6. Для воздухоприемников без основы на панели параметров задайте параметр «поворот после размещения». Он позволит вращать компонент после его размещения на виде. В процессе размещения компонент можно поворачивать на 90 градусов с помощью клавиши пробела.
 7. Если выбран воздухоприемник с основой, т.е. размещаемый на рабочей плоскости, нажмите  "Разместить на рабочей плоскости", чтобы указать компонент-основу. При размещении воздухоприемника на рабочей плоскости может потребоваться выбор плоскости в диалоговом окне "Рабочая плоскость" или в списке "Плоскость размещения" на панели параметров.
 8. Переместите курсор в то место, куда требуется поместить воздухоприемник, и щелкните мышью.
 9. Нажмите "Изменить".
 10. При размещении компонента без основы выберите воздухоприемник и на палитре свойств введите значение параметра "Смещение", определяющего отметку.

В некоторых случаях воздухоприемники можно разместить таким образом, чтобы положение соединительного элемента находилось вне пространства. В качестве точки поиска для определения того, в каком пространстве находится воздухоприемник, используется точка расчета площади. Для индикации положения точки расчета площади можно отредактировать семейство для воздухоприемника, а затем переместить точку расчета таким образом, чтобы она находилась внутри пространства. При необходимости использования точки расчета площади совершите следующие действия:

- в окне редактора семейств на палитре свойств активируйте точку расчета площади;

- измените местоположение точки расчета площади, чтобы она находилась внутри пространства (рисунок 4.11).

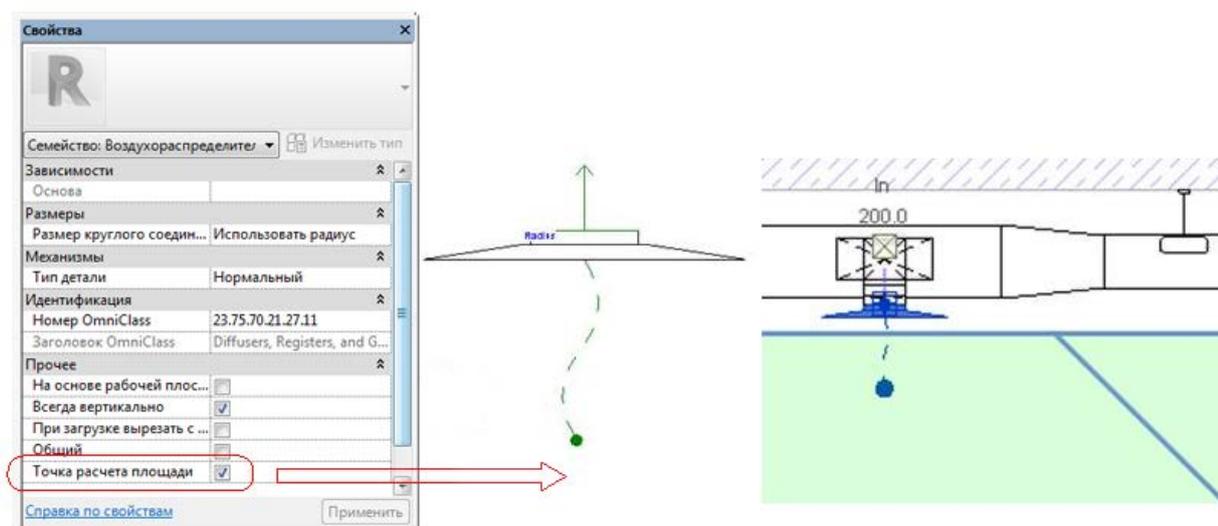


Рисунок 4.11 Определение положения точки расчета площади
воздухораспределителя

Поскольку точка расчета площади определяет, в каком пространстве находится воздухораспределитель, она также отражается в спецификациях. Например, если в спецификацию с данными пространства (такими как имя и номер) добавить колонну, то будет использоваться пространство в соответствии с точкой расчета площади.

Преобразование жестких воздуховодов в гибкие

Секцию жесткого воздуховода можно преобразовать в гибкий воздуховод. Для этого совершите следующие действия.

1. В Диспетчере проекта разверните папку "Виды (все)" > "Планы этажей" и дважды щелкните вид механического оборудования, на котором требуется преобразовать жесткий воздуховод в гибкий.
2. Выберите вкладку "Системы" > панель "ОВК" >  ("Преобразовать в гибкий воздуховод") и на панели параметров введите длину сегмента гибкого воздуховода в поле "Длина".

Если введенная длина превышает значение параметра "Максимальная длина гибкого воздуховода", заданное на панели параметров, появляется предупреждение.

3. Выберите воздухоприемник, к которому подсоединен воздуховод, выбранный для преобразования.

Участок воздуховода преобразуется в участок гибкого воздуховода.

Фитинги воздуховодов

В системах воздуховодов предусмотрена возможность размещения соединительных элементов (отводов, тройников, заглушек и т. п.). Фитинги воздуховодов добавляются, как правило, не на виды в качестве отдельно стоящих компонентов, а к существующим воздуховодам. Инструмент "Соединительный элемент воздуховода" может использоваться при необходимости добавления фитингов на видах в плане, видах разреза, фасада и 3D видах.

Размещение соединительных элементов воздуховодов

Для размещения фитингов на воздуховодах совершите следующие действия.

1. Откройте вид, содержащий систему воздуховодов, в которую требуется добавить фитинг воздуховода.
2. Выберите вкладку "Системы" > панель "ОВК" >  "Соединительные детали воздуховода" и в списке Выбор типа выберите соединительные детали определенного типа.
3. На панели параметров установите флажок "Поворот после размещения", чтобы повернуть компонент после его размещения на виде. Отвод, размещаемый на существующем воздуховоде, автоматически принимает положение, соответствующее ориентации воздуховода.
4. Переместите курсор в то место, куда требуется поместить фитинг, и щелкните воздуховод, чтобы привязать фитинг к соединителю на конце воздуховода. Тройники можно вставлять в любом месте секции воздуховода.

Высотная отметка и размер фитинга автоматически корректируются в соответствии с воздуховодом.

5. Скорректируйте при необходимости положение фитинга с помощью элементов управления поворотом на фитинге.

Работа с элементами управления на соединительных деталях воздуховодов

Фитинги воздуховодов имеют следующий набор элементов управления, позволяющих редактировать их на виде.

- Размер фитинга воздуховода: элемент отображается рядом с соединителем на каждом отводе. Щелкнув размер, можно ввести значение для задания нового размера. При необходимости автоматически создаются переходы.
- Элемент с символом  позволяет развернуть фитинг в системе по горизонтали или по вертикали, чтобы его ориентация соответствовала направлению потока воздуха. Используется в случаях, когда фитинг нужно развернуть, не отсоединяя от системы.
- Элемент с символом  позволяет изменить ориентацию фитинга в системе. Используется в случаях, когда фитинг нужно повернуть, не отсоединяя от системы.
- Символ "плюс" рядом с фитингом указывает на то, что фитинг можно заменить более сложным фитингом – например, отвод можно заменить тройником; тройник можно заменить крестовиной.
- Символ "минус" рядом с неиспользуемым отводом позволяет заменить фитинг более простым фитингом – например, крестовину с неиспользуемым отводом можно заменить тройником; тройник с неиспользуемым отводом можно заменить отводом.

Изменение размеров фитингов воздуховодов

Для изменения размеров фитингов воздуховодов совершите следующие действия.

1. Выберите фитинг в системе воздуховодов.
2. Щелкните элемент управления размером и введите значение, соответствующее требуемому размеру.

Для прямоугольных и овальных воздуховодов значения в полях ширины и высоты необходимо вводить по отдельности. На рисунке 4.12 размер отвода прямоугольного сечения меняется с 300×150 на 150×150.

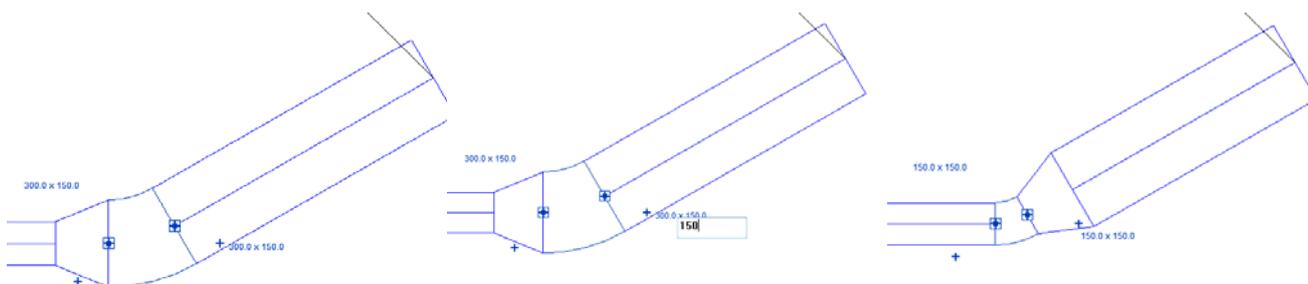


Рисунок 4.12 Изменение размеров фитингов

Для сохранения соединений в систему автоматически добавляются переходы, где это возможно.

Замена фитингов более сложными или более простыми

Для замены фитингов совершите следующие действия.

1. Выберите фитинг (тройник, отвод или крестовину) в системе воздуховодов. Рядом с фитингом появятся элементы управления синего цвета. Когда все имеющиеся на фитинге соединители заняты, другие потенциальные отводы помечаются знаком "плюс". Рядом с неиспользуемыми отводами присутствует знак "минус", который позволяет удалить лишние отводы, тем самым заменив фитинг более простым фитингом.

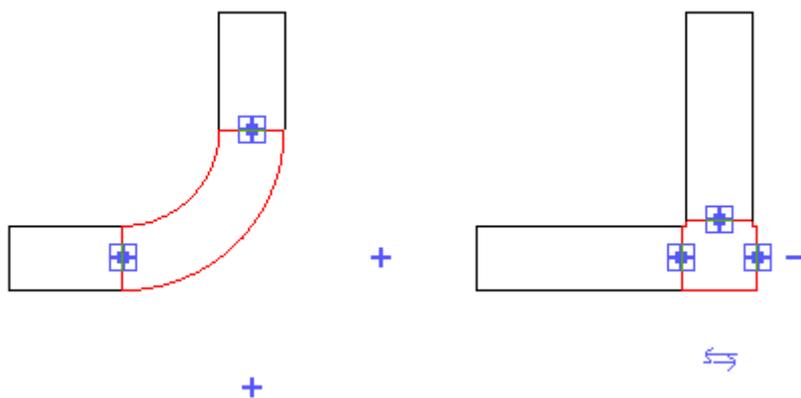


Рисунок 4.13 Добавление к отводу ответвления

2. Чтобы к отводу добавить ответвление, щелкните знак "плюс" (рисунок 4.13). В приведенном выше примере отвод заменяется более сложным фитингом — тройником. Если присоединить к открытому отводу тройника воздухопровод, на месте оставшегося потенциального отвода появляется знак "плюс", как показано на тройнике слева (рисунок 4.14).

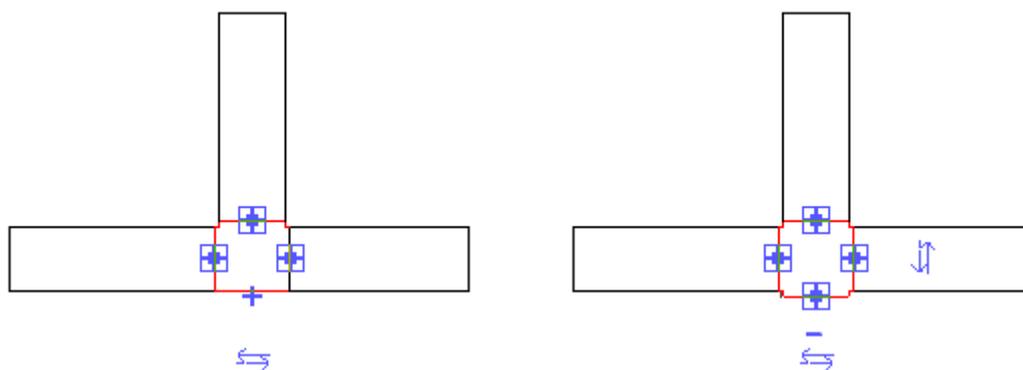


Рисунок 4.14 Добавление к тройнику открытого конца для присоединения ответвления

Поворот фитинга

Для поворота фитинга совершите следующие действия.

1. Выберите фитинг (тройник, отвод или крестовину) в системе воздухопроводов.
2. Щелкните , чтобы изменить ориентацию фитинга.
3. Щелкните  еще раз, чтобы повернуть отвод еще на 90°.

При каждом щелчке фитинг поворачивается на 90° (рисунок 4.15). На следующей иллюстрации после первого щелчка отвод был повернут на 90° градусов; после второго щелчка — еще на 90° .

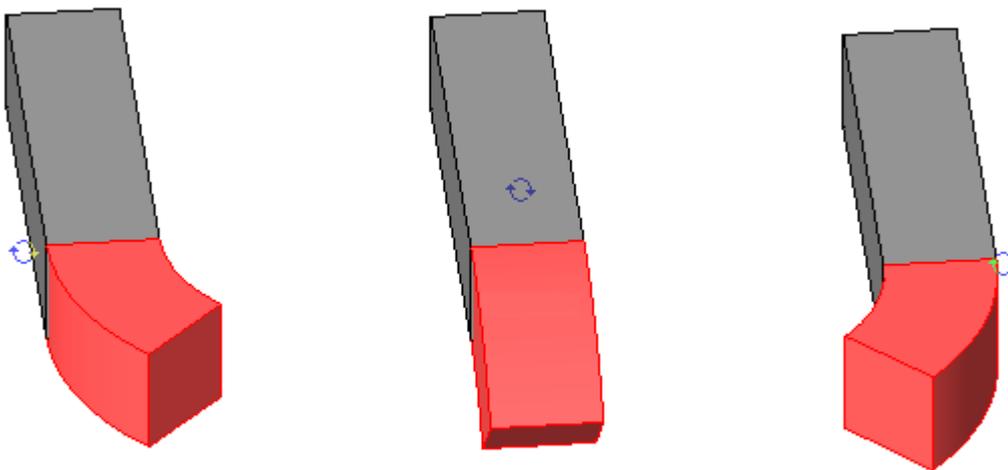


Рисунок 4.15 Поворот фитинга

Разворот фитинга

Для разворота фитинга совершите следующие действия.

1. Выберите фитинг (тройник или крестовину) в системе воздуховодов.
2. Щелкните , чтобы изменить ориентацию фитинга по горизонтали или по вертикали.

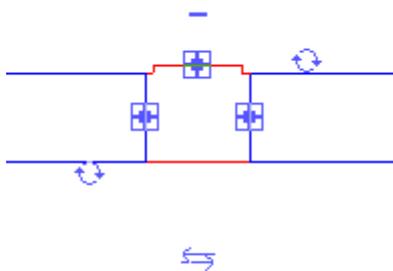


Рисунок 4.16 Разворот фитинга

При каждом щелчке фитинг разворачивается на 180° .

Изменение углов фитингов

Углы отводов и ответвлений тройников можно изменять путем присоединения воздуховода к моделируемому отводу с последующим

перетаскиванием открытого конца воздуховода для получения требуемого угла. Рисовать воздуховод необходимо на плане этажа, однако после соединения воздуховода с отводом фитинга корректировать угол можно на любом виде (плане, фасаде, разрезе или 3D виде). Для изменения угла фитинга совершите следующие действия.

1. Выберите отвод или тройник на виде в плане, щелкните правой кнопкой мыши соединитель на отводе, угол которого требуется скорректировать, и выберите "Рисовать воздуховод".
2. Перетащите предварительное изображение, чтобы добавить к фитингу секцию воздуховода, и нажмите "Изменить".
3. Выберите соединитель на открытом конце новой секции и перетащите его до требуемого угла (рисунок 4.17).

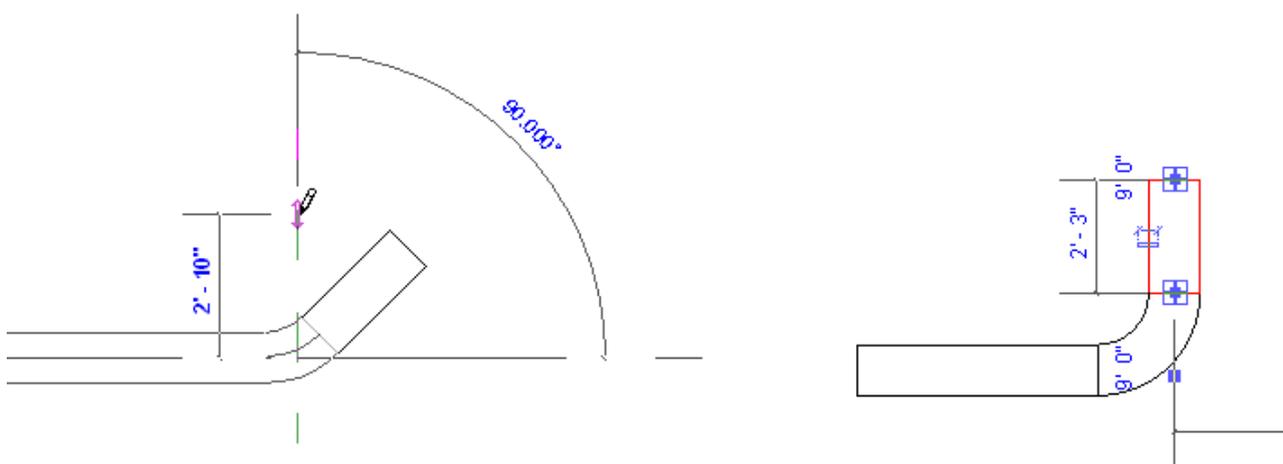


Рисунок 4.17 Изменение угла фитинга

Размещение арматуры воздуховодов

Этот инструмент позволяет добавлять в системы воздуховодов арматуру воздуховодов, такую, как демпферы. Арматуру воздуховодов можно добавлять на видах в плане, видах разреза, видах фасада и 3D видах.

Задание высотной отметки компонента

Чтобы добавить арматуру воздуховода, совершите следующие действия.

1. Откройте вид, содержащий систему воздуховодов, в которую требуется добавить арматуру воздуховода.
2. Выберите вкладку "Системы" > панель "ОВК" >  "Арматура воздуховода" и в списке "Выбор типа" укажите тип арматуры.
3. На панели параметров установите флажок "Поворот после размещения", чтобы повернуть компонент после его размещения на виде.
4. Щелчком мыши разместите арматуру.
5. На палитре свойств введите значение "Смещение", определяющее отметку арматуры воздуховодов.

Размещение механического оборудования

Этот инструмент используется для размещения в трубопроводной системе таких компонентов механического оборудования, как бойлеры и ребристые радиаторы. Совершите следующие действия.

1. В Диспетчере проекта откройте вид, на котором будет производиться размещение механического оборудования.
2. В области рисования увеличьте масштаб изображения области, в которой будет размещаться механическое оборудование для трубопроводной системы.
3. Выберите вкладку "Системы" > панель "Механическое оборудование" >  "Механическое оборудование" и в списке "Выбор типа" выберите оборудование определенного типа.
4. Убедитесь в том, что на ленте выбран режим  "Марки при размещении", обеспечивающий автоматическое нанесение марок оборудования. Затем на панели параметров задайте параметры маркировки.
5. На панели параметров включите или отключите режим поворота после размещения. Если нужно повернуть оборудование на виде, то можно нажать клавишу ПРОБЕЛ, прежде чем разместить его. Каждое нажатие клавиши ПРОБЕЛ поворачивает оборудование на 90°.

- б. Переместите курсор в то место, куда требуется поместить механическое оборудование, и щелкните мышью.

Указание метода определения потерь давления

Можно указать метод определения потерь давления для фитингов и арматуры воздухопроводов и трубопроводов. Параметры определения потерь давления для них всегда устанавливаются для экземпляра. По умолчанию параметры определения потерь давления для фитингов труб задаются для метода «Использовать определение на типоразмере» в Редакторе семейств. Если требуется изменить свойства типа для соединительных деталей трубопроводов и арматуры в проекте, можно использовать диалоговое окно «Свойства типа». Для этого на палитре свойств нужно нажать «Изменить тип», и выбрать другой метод определения потерь. С помощью палитры свойств можно переопределить свойства экземпляра для соединительных деталей трубопроводов и арматуры. Для этого на палитре свойств, в разделе «Оборудование», нужно выбрать другой метод определения потерь, отличный от метода «Использовать определение на типоразмере».

Соединительной детали или арматуре в Revit при создании системы присваивается значение из таблицы ASHRAE (в зависимости от выбранного метода определения потерь).

Задание метода определения потерь для экземпляра соединительной детали или арматуры

Для задания метода определения потерь совершите следующие действия.

1. Выберите фитинг или арматуру воздуховода или трубопровода.
2. Выберите в списке на палитре свойств метод определения потерь давления в качестве значения параметра «Метод определения потерь».

При выборе методов «Определенный коэффициент» или «Удельные потери» можно указать значение для выбранного метода потерь.

3. Выберите в разделе «Настройки метода определения потерь» команду «Редактировать». Укажите в диалоговом окне «Параметры» значение для выбранного метода потерь. При задании метода определения потерь необходимо учитывать, что:

- для воздуховодов в Revit включены следующие методы определения потерь –
 - «Коэффициент из таблицы ASHRAE»,
 - «Определенный коэффициент»,
 - «Удельные потери»,
 - «Не определено»;
- для трубопроводов в Revit включены следующие методы определения потерь –
 - «Коэффициент К из таблицы»,
 - «Определенный коэффициент»,
 - «Удельные потери»,
 - «Использовать определение на типоразмере»,
 - «Не определено»;
- сторонние разработчики могут создавать для фитингов и арматуры дополнительные методы потерь, которые могут отображаться в этом списке;
- для применения в Revit данных таблицы ASHRAE соединительная деталь или арматура должны быть частью связанной системы с заданным направлением потока;
- возможны случаи, когда для выбранного элемента невозможно применить значение из таблицы ASHRAE, например, если в ней отсутствует описание для соединительной детали или если не

указано направление потока – в таких случаях значение параметра «Падение давления» будет пустым;

- параметры «Определенный коэффициент» и «Удельные потери» недоступны для фитингов или арматуры, число соединителей которых превышает 2.

Указание метода определения потерь для типоразмеров соединительных деталей трубопроводов

Для изменения семейства фитингов трубопроводов используется Редактор семейств. Совершите следующие действия

1. Откройте диалоговое окно «Типоразмеры в семействе».
2. В разделе «Оборудование» для параметра «Метод определения потерь» выберите значение «Табличный коэффициент К».
3. Для значения «Табличный коэффициент К» выберите таблицу в раскрывающемся списке.
4. Загрузите семейство в проект и закройте его.
5. Выберите фитинг и затем на палитре свойств выберите для параметра «Метод определения потерь» значение «Использовать определение на типоразмере», чтобы применить параметры, заданные в Редакторе семейств.

Можно подтвердить, какой из методов определения потерь использовался, при создании отчета о потерях давления в трубопроводе или воздуховоде – см. раздел Создание отчета о потерях давления.

Если система является связной, то значение падения давления на фитинге или арматуре будет обозначено при помощи параметра «Падение давления». Если фитинг или арматура имеет несколько траекторий (более двух соединителей), то значение параметра «Падение давления» будет пустым. Обратите внимание, что значение «Падение давления» включает в себя падение давления для соединителей. Например, соединитель арматуры, в отличие от фитинга, имеет встроенный параметр падения давления. Итоговое падение

давления для арматуры представляет собой сумму двух значений падения давления.

Размещение санитарно-технических приборов

Санитарно-технические приборы во многих случаях размещаются на основе, которой может служить вертикальная грань, грань или рабочая плоскость.

Для размещения санитарно-технических приборов совершите следующие действия.

1. В Диспетчере проекта откройте вид, на котором будет производиться размещение прибора.
2. В Диспетчере проекта щелкните правой кнопкой вид, выберите "Применить свойства шаблона к текущему виду", а затем в диалоговом окне "Применить шаблон вида" выберите "Сантехника - план". Шаблон вида "Сантехника - план" доступен при создании проекта с использованием шаблона механического оборудования по умолчанию.
3. Перейдите на вкладку "Системы" > панель "Сантехника и трубопроводы" >  и выберите конкретный тип приборов в раскрывающемся списке "Выбор типа".
4. На ленте убедитесь в том, что выбран режим "Марки при размещении", обеспечивающий автоматическое нанесение марки прибора.
5. Для создания марки с выноской на панели параметров выберите "Выноска" и укажите длину.
6. Выберите вкладку "Разместить сантехнический прибор" > панель "Размещение" > , щелкните  или , чтобы задать компонент-основу.

При размещении санитарно-технического прибора на рабочей плоскости может понадобиться выбрать плоскость в диалоговом окне "Рабочая плоскость" или с помощью инструмента "Выбрать плоскость" на панели параметров.

7. Переместите курсор в то место, куда требуется поместить прибор, и щелкните. При необходимости повернуть прибор можно нажать клавишу пробела, прежде чем разместить его на виде. Каждое нажатие клавиши пробел поворачивает прибор на 90°.

Дополнительные темы для самостоятельного изучения (материал доступен по гиперссылкам)

- 1 Применение к трубопроводам заливки цветом. Можно создать цветовые схемы и использовать заливку цветом в качестве условных обозначений различных атрибутов, связанных с трубопроводами в проекте.
- 2 Проверить системы трубопроводов. Этот инструмент используется для анализа созданных в проекте систем трубопроводов и для проверки того, что каждая из них отнесена к созданной пользователем системе и надлежащим образом соединена.
- 3 Формирование отчета о потерях давления. Можно сформировать отчет о потерях давления в системах воздухопроводов и труб в проекте.
- 4 Параметры систем. Визуализация и функционирование компонентов систем в проекте определяются параметрами, заданными для каждой категории.

Создание систем воздухопроводов

Системы воздухопроводов в Revit – это логические объекты, облегчающие расчет расхода и размеров воздухопроводов. Разместив в проекте воздухоприемники и механическое оборудование, можно переходить к созданию приточной, рециркуляционной и вытяжной систем для соединения компонентов этих систем воздухопроводами.

Системы воздухопроводов создаются одним из двух способов:

- если воздухоприемники и механическое оборудование первоначально размещены в проекте, то они не назначены системе, и автоматически

назначаются системе при добавлении воздуховода для соединения компонентов;

- компоненты можно выбирать и вручную добавлять в систему, и после назначения компонентов системе в Revit можно формировать и компоновать воздуховоды.

Для проверки, все ли компоненты назначены системе воздуховодов, используется Диспетчер инженерных систем.

По умолчанию имеется три типа системы воздуховодов: "Приточный воздух", "Рециркулирующий воздух" и "Отработанный воздух". Для обработки других типов компонентов и систем можно также создавать пользовательские типы системы. Например, можно создать приточную систему высокого давления. Кроме того, можно изменить параметры типа для типа системы, включая переопределение графики, материалы, расчеты, сокращение и обозначения подъемов/опусков.

При проектировании системы механического оборудования необходимо пользоваться специальными видами, предназначенными для данной категории. Это дает возможность размещать и просматривать компоненты в системах. Поскольку компоненты размещаются на определенной высоте в пространствах проекта, создаваемые виды должны иметь соответствующий секущий диапазон и категорию.

В Revit предусмотрено несколько шаблонов для автоматического задания многих из свойств видов, необходимых для определения видов для конкретной категории – см. раздел Применение шаблона к виду.

Создание приточных, рециркуляционных и вытяжных систем воздуховодов

При выборе воздухоприемника или компонента механического оборудования, которые не назначены системе, можно выполнить следующее:

1. Рисование воздуховодов для соединения компонентов. Если воздуховод назначается системе, то воздухоприемники и механическое оборудование, соединенные с ним, добавляются в ту же самую систему.
2. Создание системы вручную с использованием команд на панели ленты "Создание систем". Тип выбранного компонента определяет, какой тип системы можно создать. Например, при выборе диффузора возвратного потока в Revit выполняется создание системы воздуховодов. При выборе теплового насоса в Revit можно создать систему воздуховодов, систему электропитания или систему трубопроводов.

Для создания систем воздуховодов совершите следующие действия.

1. На виде в плане механического оборудования выберите один или несколько воздухоприемников. Перейдите на вкладку "Редактирование" > "Создание системы" >  "Воздуховод". В диалоговом окне "Создание системы воздуховодов" выполните следующие действия: Тип системы: тип воздухоприемника, выбранный на виде, определяет, какому типу системы он может быть назначен. Для системы воздуховодов стандартными типами системы являются "Приточный воздух", "Рециркулирующий воздух", "Отработанный воздух". При выборе приточного воздухораспределителя тип системы автоматически устанавливается на "Приточный воздух". Для обработки других типов компонентов и систем можно также создавать пользовательские типы систем. Имя системы уникально идентифицирует систему. Revit предлагает имя системы, или можно ввести свое имя.
4. Нажмите кнопку ОК. Предварительно не назначенная система перемещается в папку "Механическое оборудование" в Диспетчере инженерных систем.
5. Нажмите  "Выбрать оборудование" и выберите механическое оборудование для системы. При наличии нескольких соединений для выбранного механического оборудования в диалоговом окне "Выбор соединителя" выберите соединитель и нажмите "ОК".

6. Щелкните  "Сформировать компоновку" или  "Создать заполнитель". Активируется вкладка "Сформировать компоновку".
7. На панели параметров нажмите кнопку "Параметры", чтобы открыть диалоговое окно "Параметры преобразования воздуховодов", позволяющее задать смещения и типы воздуховодов/гибких воздуховодов для магистральных сегментов и сегментов ветвей, а также максимальные длины гибких воздуховодов для сегментов ветвей воздуховодов.
8. Убедитесь, что на вкладке "Сформировать компоновку" нажата кнопка "Решения".
9. На панели параметров выберите из раскрывающегося списка тип решения: "Сеть", "Периметр" или "Пересечение".
10. Если в качестве типа решения выбран вариант "Периметр", можно задать значение смещения внутрь. Значение в поле "Вставка" определяет отступ от ограничивающей рамки, в которую заключены выбранные для системы компоненты. Можно ввести положительное или отрицательное значение, чтобы разместить периметр внутри или снаружи ограничивающей рамки соответственно. Сведения о возможных вариантах трассировки см. в разделе Формирование компоновки.
11. Нажмите  или  для перебора предлагаемых решений трассировки и выберите то из них, которое лучше всего соответствует плану.
12. При необходимости нажмите кнопку "Изменить" и переставьте сегменты воздуховодов.
13. Нажмите кнопку  "Принять компоновку". Для системы создаются воздуховоды.

Повторите описанную выше процедуру для создания приточной, рециркуляционной и вытяжной систем воздуховодов, используя Диспетчер инженерных систем для проверки того, все ли компоненты назначены той или иной системе.

Способы расчета и задания размеров воздуховодов

В Revit автоматически рассчитываются требуемые размеры воздуховодов и выполняется выбор воздуховодов для создаваемых в проекте систем. Далее приведены способы расчета, требования к размерам и выбору воздуховодов для систем, а также соответствующие таблицы.

Определение размера воздуховода

Размеры воздуховодов рассчитываются в Revit с учетом плотности, динамической вязкости и расхода воздуха. Значения плотности и динамической вязкости воздуха задаются в разделе Параметры воздуховодов диалогового окна "Настройки систем ОВиВК".

Для задания расхода воздуха в каждом компоненте системы следует отредактировать семейство этого компонента и задать для параметра "Конфигурация потока" применительно к соответствующему соединителю значение "Системный", "Заданный" или "Расчетный". По умолчанию параметру "Конфигурация потока" для диффузоров придается значение "Заданный", а оборудованию кондиционирования воздуха — "Расчетный". Поэтому для оборудования кондиционирования воздуха расход рассчитывается как совокупное значение расхода воздуха в подсоединенных к системе компонентах (диффузорах), к которым направляется воздушный поток. Если для параметра "Конфигурация потока" указано значение "Заданный", расход воздуха определяется значением, заданным пользователем. Если параметру "Конфигурация потока" назначено значение "Системный", для каждого из компонентов, к которым направляется воздушный поток, выделяется доля расхода воздуха в системе, определяемая параметром "Коэффициент расхода". Параметр "Коэффициент расхода" задается в виде значения от 0 до 1; сумма значений весов по всем компонентам, расположенным после оборудования равна 1.

При определении размеров воздуховода можно наложить на ветвь воздуховода зависимость, ограничивающую максимальную высоту и ширину участков, для которых определяются размеры. Для воздуховодов круглого сечения и ширина, и высота понимаются как диаметр. Если не удастся одновременно удовлетворить условиям зависимостей по размеру и расходу, зависимостям по размеру назначается более высокий приоритет и отображается предупреждающее сообщение о том, что невозможно обеспечить соответствие всем параметрам, заданным для определения размеров.

Способы определения размеров воздуховодов

В Revit поддерживаются четыре стандартных способа определения размеров воздуховодов: по трению, по скорости, по уравниванию потерь на трение и по восстановлению статического давления.

Определение размеров по трению и по скорости

Если выбран только один из способов определения размеров – по трению или по скорости, размеры могут определяться либо только выбранным способом, либо с применением логической комбинации обоих способов — с учетом трения и/или скорости. Если выбрано применение только одного из способов, то для воздуховода может нарушаться одно из правил определения размеров по трению или по скорости, но другое должно соблюдаться. Если выбраны оба способа, размер воздуховода должен соответствовать как значению трения, так и значению скорости. Следующие кривые, построенные для расхода 1700 м³/ч (или 1000 фут./мин) и размера воздуховода 200 мм (или 8 дюймов) иллюстрируют различие между применением обоих способов определения размеров в режимах "Или" и "И" (рисунки 4.18, 4.19).

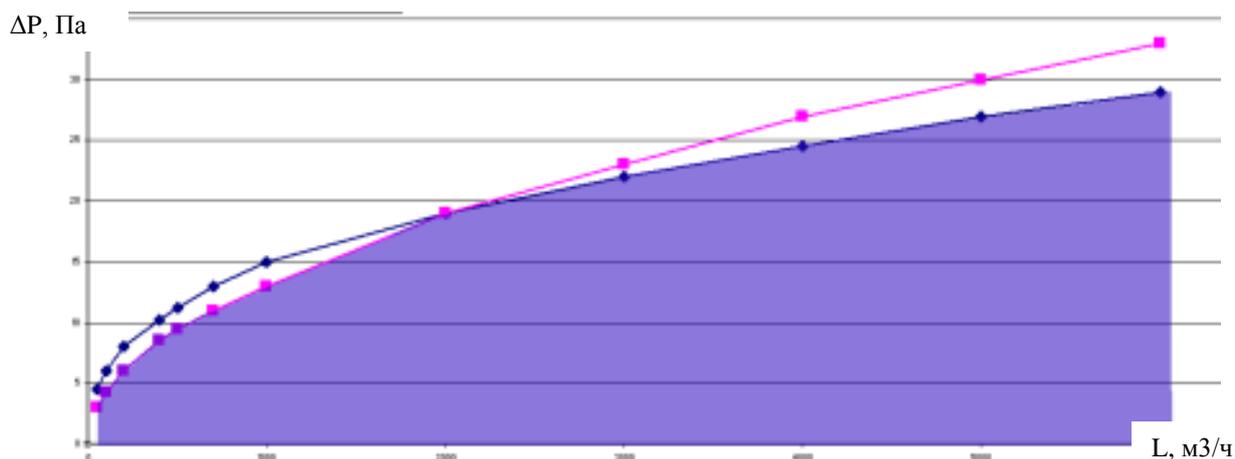


Рисунок 4.18 Определение размеров воздуховодов по трению (—◆—) и скорости (—■—)

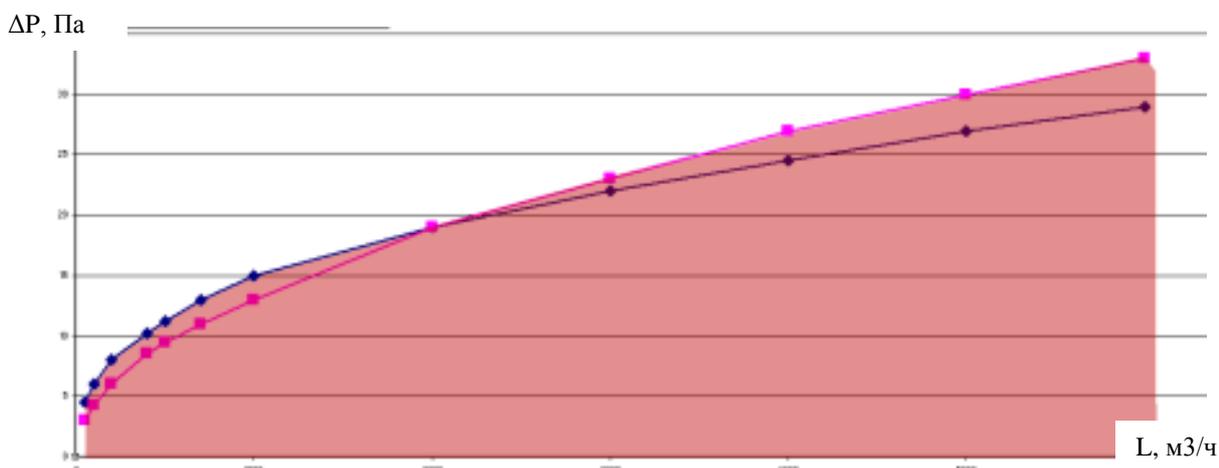


Рисунок 4.19 Определение размеров воздуховодов по трению (—◆—) или скорости (—■—)

Определение размеров по уравниванию потерь на трение и по восстановлению статического давления

При определении размеров по уравниванию потерь на трение размеры воздуховодов первоначально оцениваются исходя из условия, что потери давления на единицу длины воздуховода постоянны и равны заданной величине (по умолчанию – 0,8175 Па/м или 0,10 дюймов вод.ст. на 100 футов). Для методов "Равнодействующая трения" и "Восстановление", применяемых в Revit, используется база данных соединительной арматуры ASHRAE, версия

5.00.00, которая содержит информацию о потерях для разнообразной соединительной арматуры.

Расчет падения давления

Потери давления рассчитываются в Revit с учетом геометрической формы и шероховатости воздуховодов, а также плотности и динамической вязкости воздуха. Значения плотности и динамической вязкости воздуха задаются как Параметры механического оборудования для воздуховода. Шероховатость относится к свойствам типа для семейств компонентов, содержащих воздуховоды и соединительные детали воздуховодов.

Воздуховод прямоугольного сечения

Ниже приведен пример оригинала расчета падения давления в единицах измерения США в Revit для 100-футового сегмента воздуховода прямоугольного сечения с размерами 36 дюймов x 24 дюйма при расходе воздуха 12 000 куб.футов/мин.

- Плотность воздуха: 0,0751 фунтов/куб.фут.
- Динамическая вязкость воздушной среды = 0,01805 сП (стандартная для атмосферного воздуха при 66 градусах по Фаренгейту)
- Шероховатость: 0,0003 фута (воздуховод из оцинкованной стали средней гладкости в соответствии с определением на стр. 35.7 справочника ASHRAE по основным положениям за 2005 г.)

Падение давление определяется следующим образом:

$$\Delta p f = \frac{12 f L}{D h} \rho \left(\frac{V}{1097} \right)^2$$

$\Delta p f$ = потери на трение в терминах полного падения давления, в дюймах водяного столба

f = коэффициент трения, безразмерный

L = длина воздуховода, в футах

$D h$ = гидравлический диаметр, в дюймах

V = скорость, в футах в минуту

ρ = плотность, в (фунтах массы на куб. фут) lb_m/ft^3

Формула для определения гидравлического диаметра:

$$D h = \frac{2 * h * w}{h + w} = \frac{2 * 24 * 36}{24 + 36} = 28.8 = 28 \frac{205}{256}''$$

h = высота, в дюймах

w = ширина, в дюймах

Это значение соответствует значению параметра "Гидравлический диаметр", относящегося к свойствам воздуховода.

Скорость рассчитывается с учетом площади поперечного сечения:

V = скорость, в футах в минуту

A = площадь поперечного сечения воздуховода, в квадратных футах

F = расход, в кубических футах в минуту

v = кинематическая вязкость, в квадратных футах в секунду

$$V = \frac{F}{A} = \frac{12000 \text{ cfm}}{3' \times 2'} = 2000 \text{ FPM}$$

Формула для преобразования сантипуазов в британские единицы измерения:

$$0.01805 \text{ cP} * \frac{1 \text{ P}}{100 \text{ cP}} * \frac{1 \frac{\text{g}}{\text{cm} \cdot \text{s}}}{1 \text{ P}} * \frac{30.48 \text{ cm}}{1 \text{ ft}} * \frac{1 \text{ lb}}{453.59 \text{ g}} = 1.21291 \times 10^{-5} \frac{\text{lb}}{\text{ft} \cdot \text{s}}$$

Преобразование динамической вязкости в кинематическую вязкость

$$\frac{1.21291 \times 10^{-5} \frac{\text{lb}}{\text{ft} \cdot \text{s}}}{0.0751 \frac{\text{lb}}{\text{ft}^3}} = 1.61544 \times 10^{-4} \frac{\text{ft}^2}{\text{s}}$$

Прежде всего, следует рассчитать безразмерное число Рейнольдса (Re).

$$Re = \frac{DhV}{720v} = \frac{28.8 \text{ in} * 2000 \text{ FPM}}{720 * 1.61544 \times 10^{-4} \text{ ft}^2/\text{s}} = 495221.116228$$

Применяем уравнения Альтшуля-Цала для коэффициента трения для поиска f'

$$f' = 0.11 \left(\frac{12E}{Dh} + \frac{68}{Re} \right)^{0.25} = 0.11 \left(\frac{12 * 0.0003'}{28.8''} + \frac{68}{495221.116228} \right)^{0.25} = 0.013999$$

if (f' >= 0.018) f = f'

if (f' < 0.018) f = 0.85 * f' + 0.0028

$$f = 0.85 * f' + 0.0028 = 0.85 * 0.0139990 + 0.0028 = 0.014699$$

Наконец, решаем для Δpf:

$$\Delta pf = \frac{12fL}{Dh} \rho \left(\frac{V}{1097} \right)^2 = \frac{12 * 0.014699 * 100}{28.8} * 0.0751 \left(\frac{2000}{1097} \right)^2 = 0.1528$$

Рассчитанное значение падения давления соответствует значению, указанному в Revit в разделе свойств воздуховода.

Воздуховод круглого сечения равной площади

Ниже приведены примеры определения эквивалентного диаметра в Revit для воздуховода круглой или овальной формы с той же площадью сечения, что и у прямоугольного воздуховода.

Прямоугольная форма:

D_e = эквивалентный диаметр

a = длина одной стороны воздуховода, в дюймах
или миллиметрах

b = длина смежной стороны воздуховода, в дюймах
или миллиметрах

$$D_e = \frac{1.30(ab)^{0.625}}{(a+b)^{0.250}}$$

Воздуховод овального сечения:

A = большая ось плоского воздуховода овального сечения

a = малая ось плоского воздуховода

P = периметр плоского воздуховода овального сечения

$$P = \pi a + 2(A - a)$$

AR = площадь поперечного сечения овального плоского
воздуховода

$$AR = \left(\frac{\pi a^2}{4} \right) + a(A - a)$$

$$D_e = \frac{1.55AR^{0.625}}{P^{0.250}}$$

D_h = гидравлический диаметр

$$D_h = \frac{4AR}{P}$$

5. ПРИМЕР СОЗДАНИЯ СИСТЕМ ОТОПЛЕНИЯ И ВЕНТИЛЯЦИИ

В стартовом окне необходимо выбрать Шаблон механического оборудования (МЕР) (рисунок 5.1).

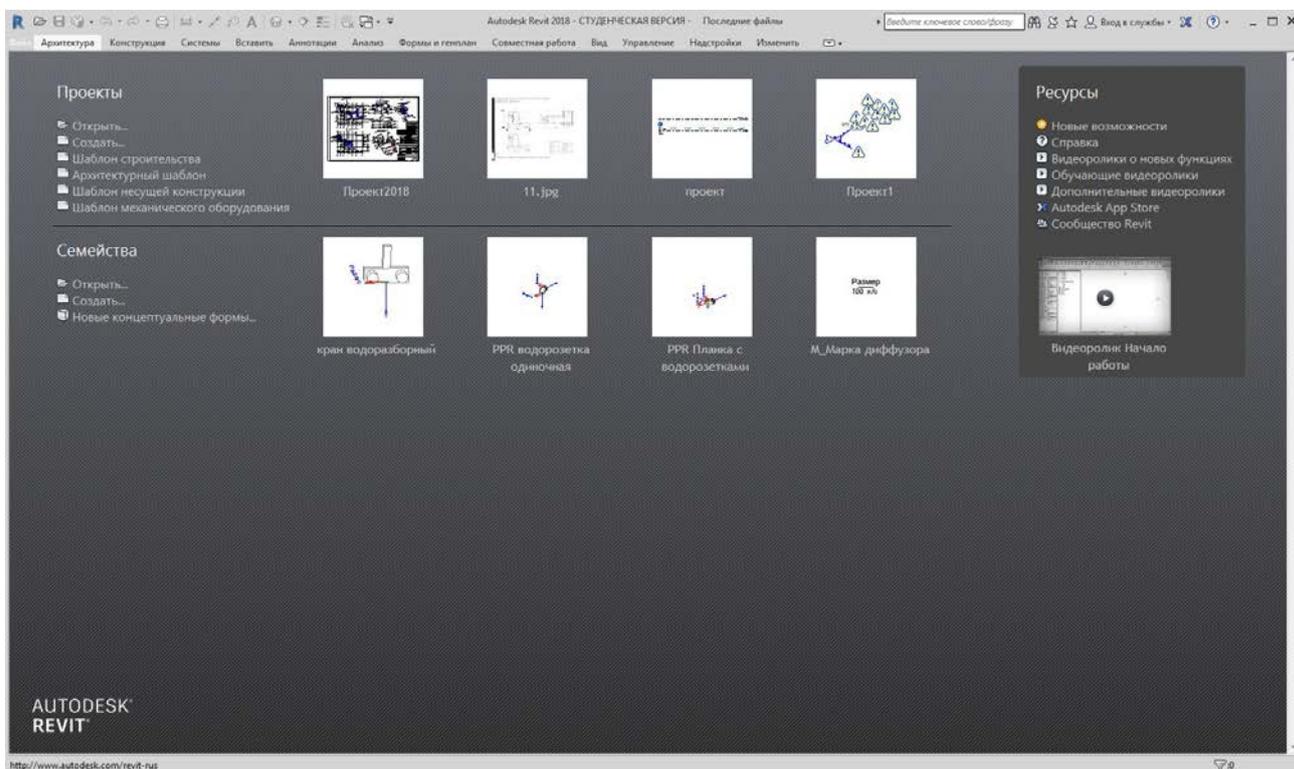


Рисунок 5.1 Стартовое окно программы

Система вентиляции

Рисование системы вентиляции может выполняться в различных последовательностях. По наиболее простой из них необходимо сначала расставить воздухораспределители и оборудование, затем развести основные воздуховоды, и далее подключить их ответвлениями к оборудованию. Можно сначала проложить магистральные воздуховоды и установить оборудование, затем расставить воздухораспределители, и далее подключить их ответвлениями к магистралям. Перед построением системы вентиляции необходимо настроить параметры системы, для чего нужно выполнить следующие действия.

1. Во вкладке «Системы» нажать «Воздуховод» (рисунок 5.2)

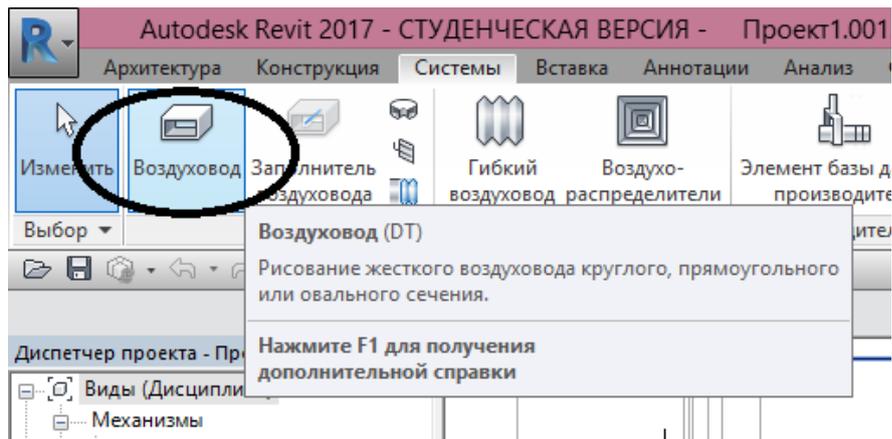


Рисунок 5.2 Создание воздуховода

2. В панели «Свойства» (рис. 5.3) выбрать требуемый тип воздуховода (круглый, прямоугольный или овальный). Для того чтобы появилась панель свойств, нужно нажать правую кнопку мыши и поставить галочку напротив строки «Свойства» (рис. 5.4).

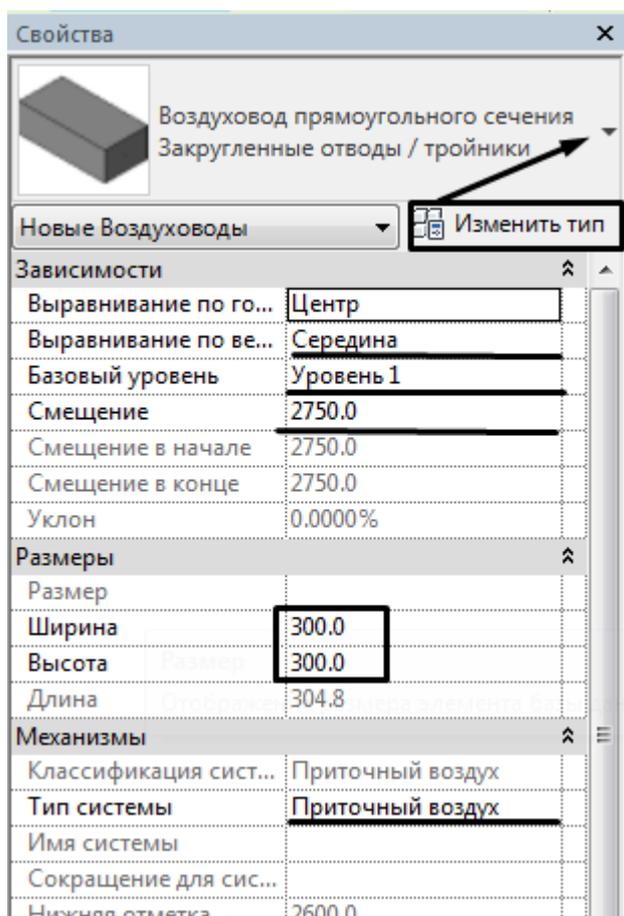


Рисунок 5.3 Настройка свойств воздуховода.

3. Выбрать уровень, относительно которого будет строиться данная система, величину смещения относительно заданного уровня, размеры воздуховодов и тип системы (приточный, рециркулирующий или удаляемый воздух).

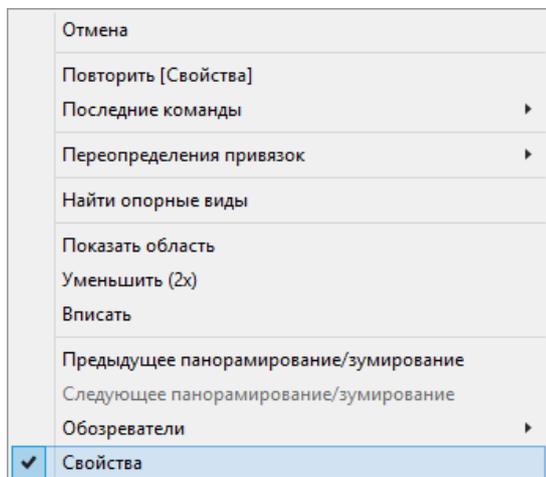


Рисунок 5.4 Установка панели «Свойства»

4. Во вкладке «Изменить тип» уточнить параметры трассировки системы (см. раздел «Изменение, создание новых типов трубопроводов/воздуховодов» с. 169).

После настройки можно приступить к рисованию воздуховода. Для этого нужно выполнить следующие действия.

1. Выбрать вкладку «Воздуховод».
2. В появившейся над областью рисования панели параметров задать размеры и смещение воздуховода (рисунок 5.5).



Рисунок 5.5 Панель параметров при рисовании воздуховод

4. Далее указанием курсора мыши в области рисования построить трассу воздуховода. При этом все необходимые фитинги будут установлены автоматически в соответствии с настроенным ранее типом (рисунок 5.6).

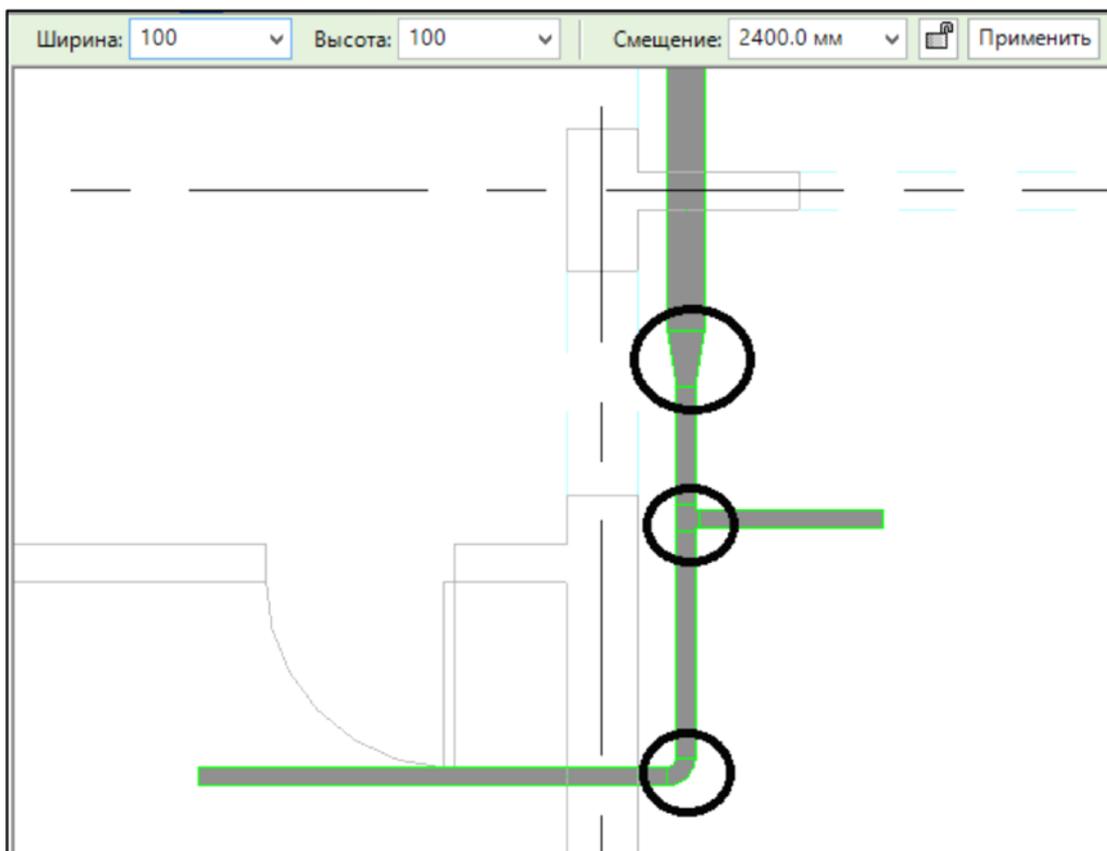


Рисунок 5.6 Трассировка воздуховода

5. Произвести установку воздухораспределителей, для чего:

5.1. Во вкладке Системы нажать «Воздухораспределители» (рисунок 5.7).

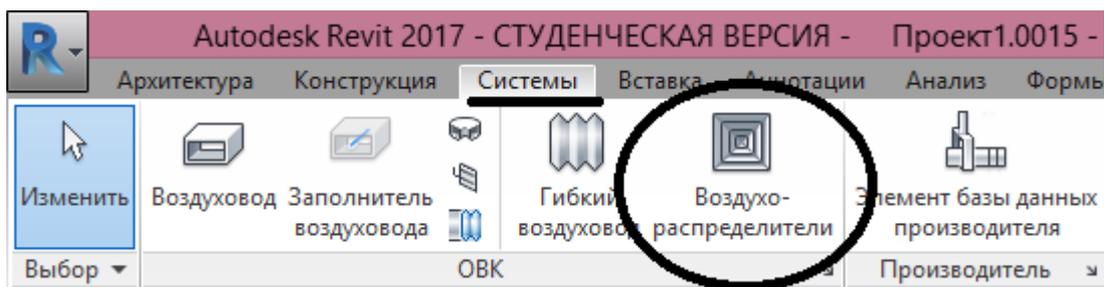


Рисунок 5.7 Установка воздухораспределителей

5.2. В панели инструментов выбрать «Загрузить семейство» (рисунок 5.8).

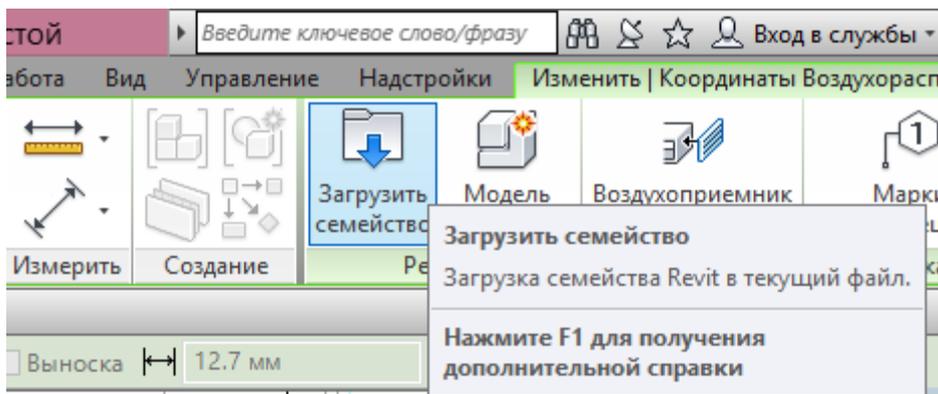


Рисунок 5.8 Загрузка семейства воздухораспределителя

5.3. В открывшемся окне диалога открыть файл семейства (рисунок 5.9) в папке «Механизмы» (которая при стандартной установке программы Revit находится по адресу: C:\ProgramData\Autodesk\RVT 2018\Libraries\Russia)-> «MEP» -> «Комп. на стор. возд.» -> «Воздухоприемники»

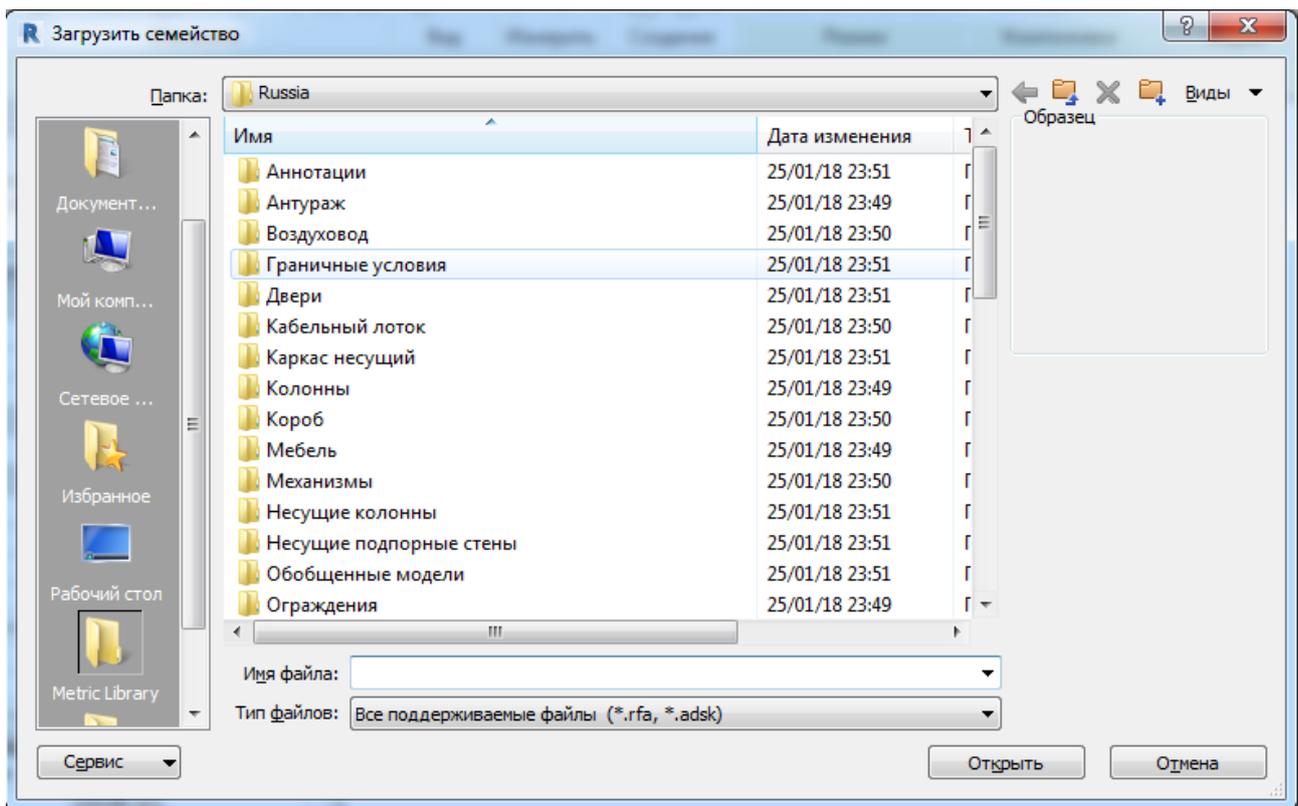


Рисунок 5.9 Диалог открытия файла семейства

5.4. Выбрать (в рассматриваемом случае) «Приточный диффузор - Прямоугольная грань, круглая горловина» (либо аналогично Вытяжной

диффузор, в зависимости от типа системы), т.к. данные воздухораспределители (их вид – на рисунке 5.10) будут присоединяться к системе прямоугольных воздуховодов при помощи гибких воздуховодов.

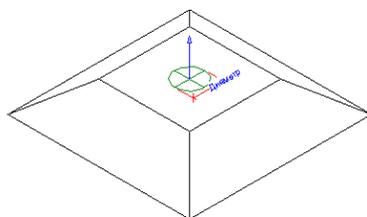


Рисунок 5.10 Внешний вид выбранного воздухораспределителя

5.5. Расставить согласно расчету воздухообмена и с учетом обеспечения наиболее рационального воздухораспределения в помещении воздухораспределители на плане помещений, задавая нужный уровень их смещения относительно уровня пола (рисунок 5.11).

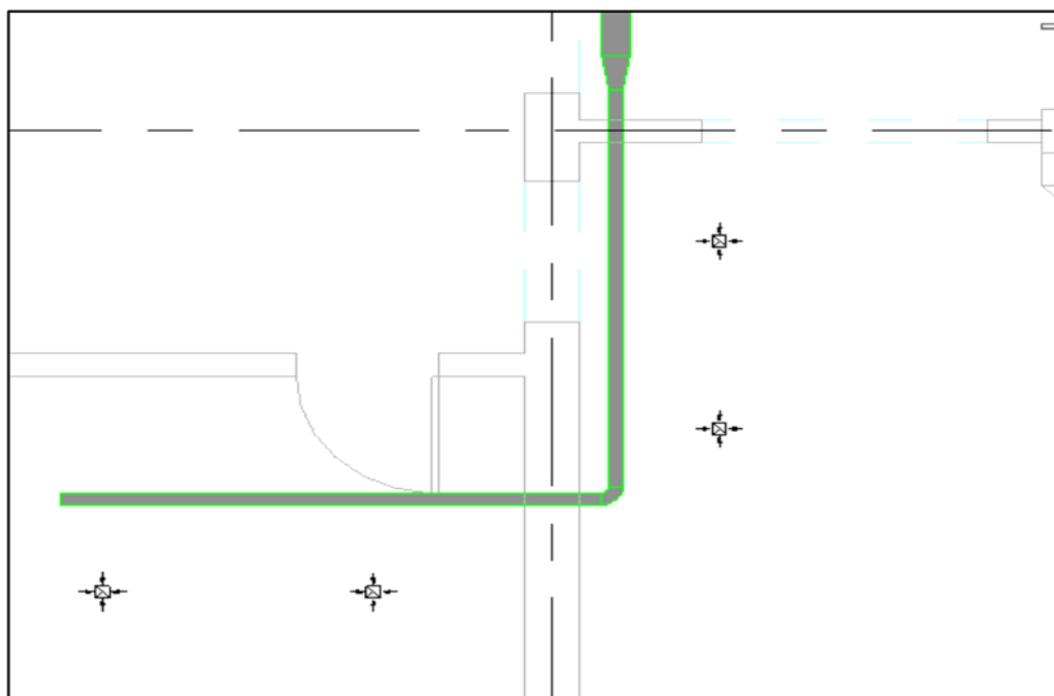


Рисунок 5.11 Расстановка воздухораспределителей

6. Присоединить воздухораспределители при помощи гибких воздуховодов к магистральному воздуховоду, для чего:
 - 6.1. Во вкладке Системы нажать «Гибкий воздуховод» (рисунок 5.12).

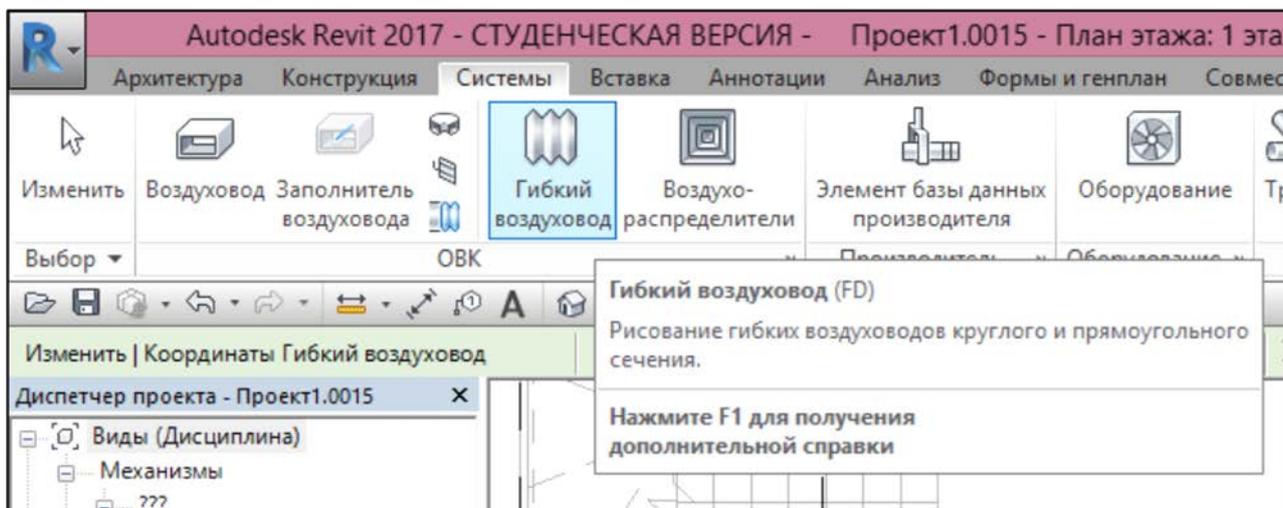


Рисунок 5.12 Вкладка гибкий воздуховод

6.2. В меню «Свойства» выбрать тип воздуховода (в данном случае круглый), установить диаметр воздуховода и далее направить курсор на центр решетки (рисунок 5.13).

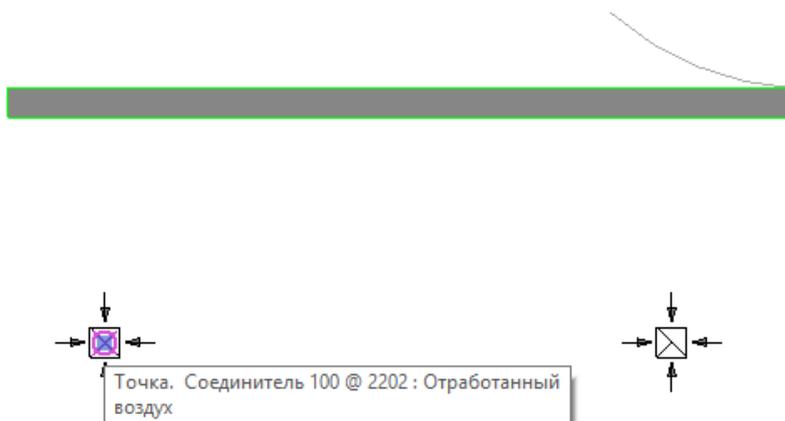


Рисунок 5.13 Присоединение воздуховода к соединителю
воздухораспределителя

6.3. Нажав сначала на соединитель, а затем в нужном месте – на воздуховод, присоединить воздухораспределитель к воздуховоду (рисунок 5.14), и при этом согласно ранее установленным настройкам произойдет формирование узла соединения гибкого круглого и оцинкованного прямоугольного воздуховодов: на магистрали установятся тройник и переход с прямоугольного на круглое сечение (рисунок 5.15).

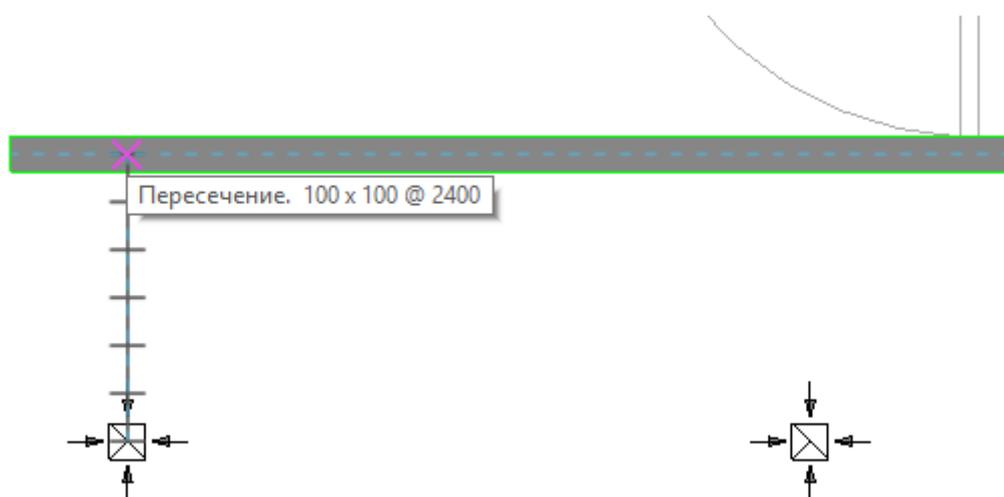


Рисунок 5.14 Процесс соединения воздухораспределителя с магистральным воздуховодом

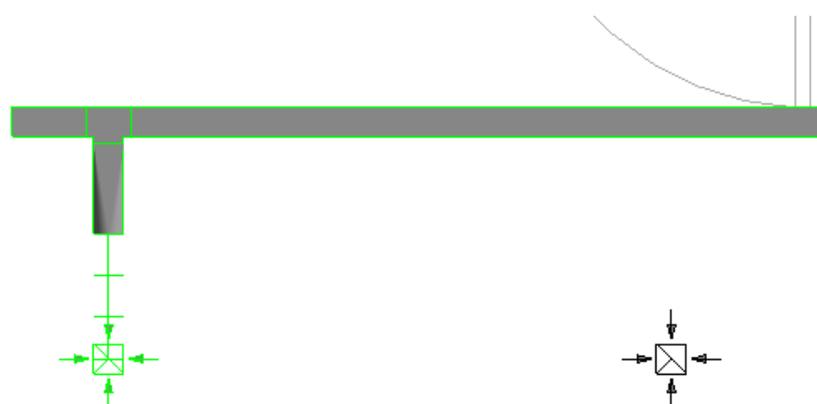


Рисунок 5.15 Общий вид узла соединения

7. Открытые концы воздуховодов должны быть закрыты заглушками – нажать правой кнопкой мыши на открытом конце и выбрать пункт «Заглушка на открытом конце».

Система отопления

Далее приводится пример создания части системы отопления с радиаторами. Нужно учитывать, что Revit MEP поддерживает создание только двухтрубных систем отопления. С использованием результатов предварительных расчетов – теплотехнического, теплопотерь и теплового приборов отопления, нужно расставить нужное количество приборов с

требуемым числом секций. Для этого необходимо выполнить следующие действия.

1. Во вкладке «Системы» выбрать раздел «Оборудование» -> «Загрузить семейство» и открыть заранее загруженное на ПК семейство радиаторов или выбрать его из стандартных семейств. В данном примере используются алюминиевые радиаторы (рисунок 5.16).

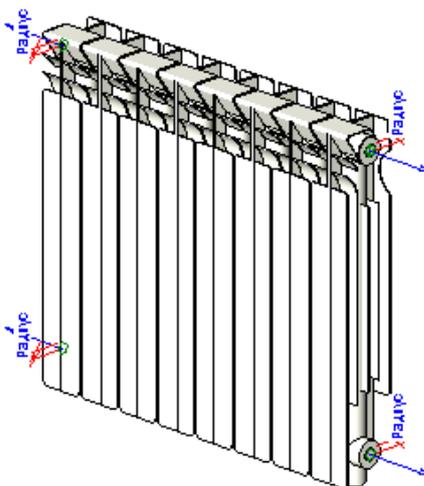


Рисунок 5.16 Внешний вид модели радиатора

2. Задать смещение радиаторов относительно заданного уровня – радиаторы расставятся в необходимых местах на плане здания (рисунок 5.17).

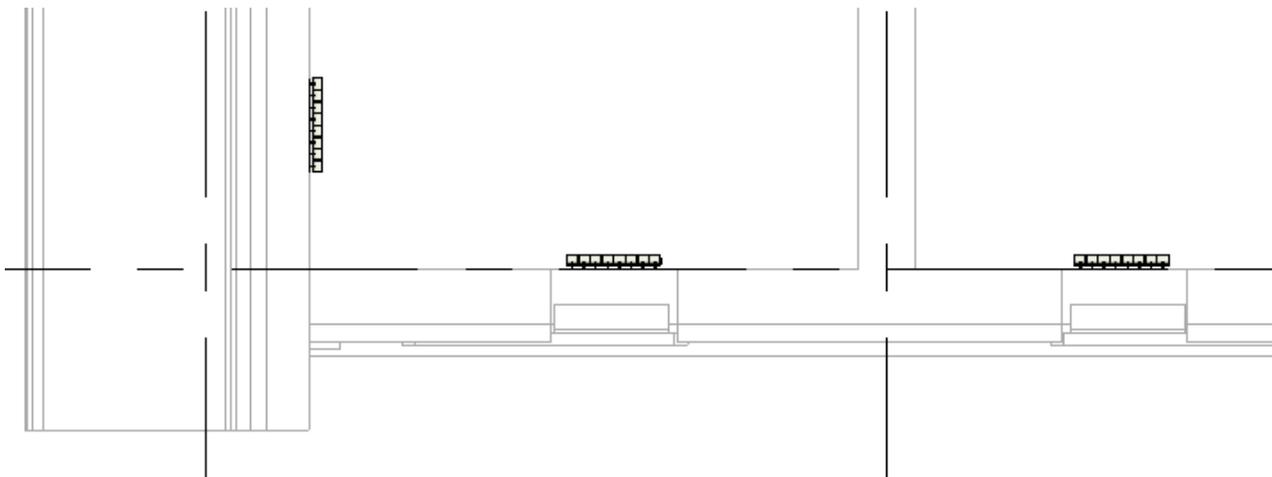


Рисунок 5.17 Расстановка радиаторов на плане здания

3. Задать в меню «Свойства» число секций для каждого радиатора.
4. Расставить запорную арматуру на каждом приборе. Для этого после выбора во вкладке «Арматура трубопроводов» -> «Загрузить семейство» загружается требуемая запорная арматура, которую нужно расставить на

отопительных приборах – рисунок 5.18 (можно поставить арматуру на одном отопительном приборе, и затем откопировать его и расставить в нужных местах).

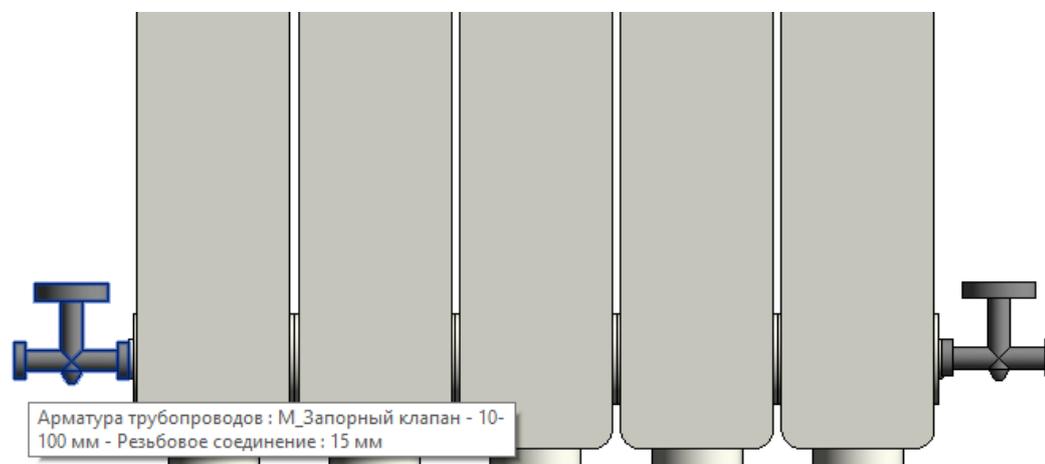


Рисунок 5.18 Установка арматуры

5. Проложить подающие и обратные трубопроводы с заданием необходимых диаметров и смещения (рисунок 5.19).

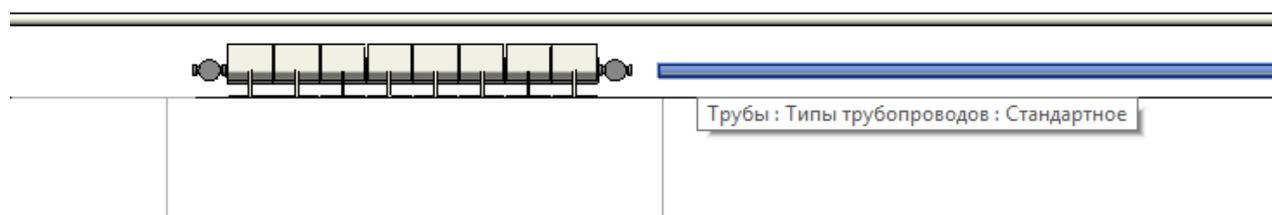


Рисунок 5.19 Прокладка магистральных трубопроводов

6. Подключить отопительные приборы к системе подающих и обратных трубопроводов, для чего можно воспользоваться кнопкой «Присоединить», которая находится в панели инструментов (рисунок 5.20).

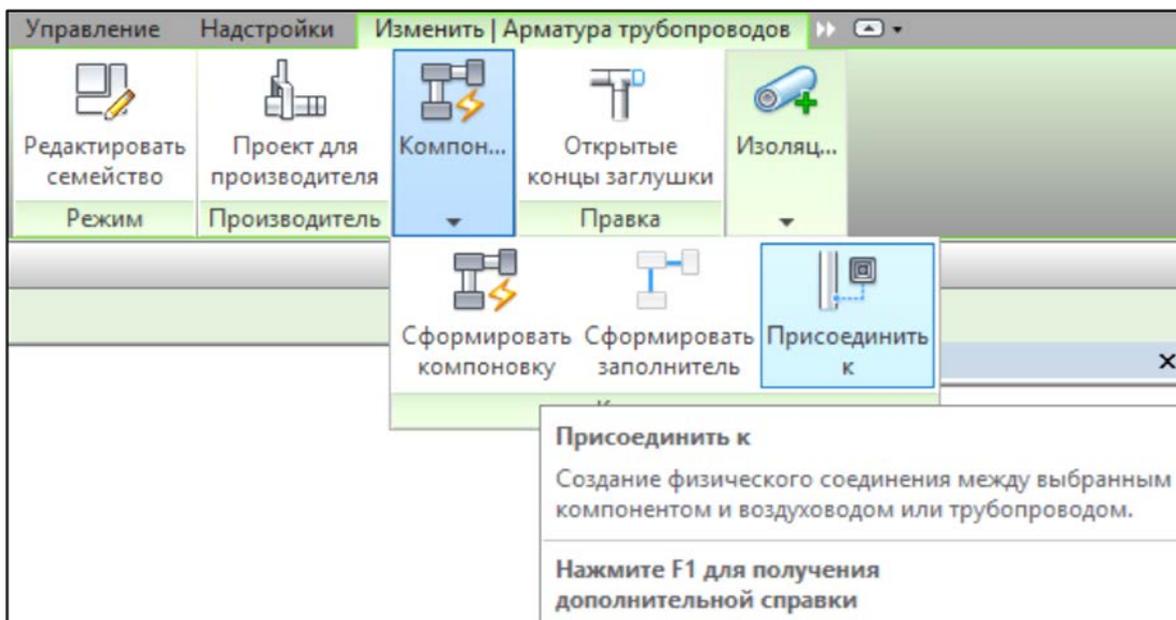


Рисунок 5.20 Инструмент «Присоединить к» для соединения трубопровода и прибора отопления

В результате работы этого инструмента получается подключение прибора к трубопроводам (рисунок 5.21). Подключение можно также создать вручную, проложив трубопровод необходимого диаметра от запорной арматуры к соответствующему магистральному трубопроводу.

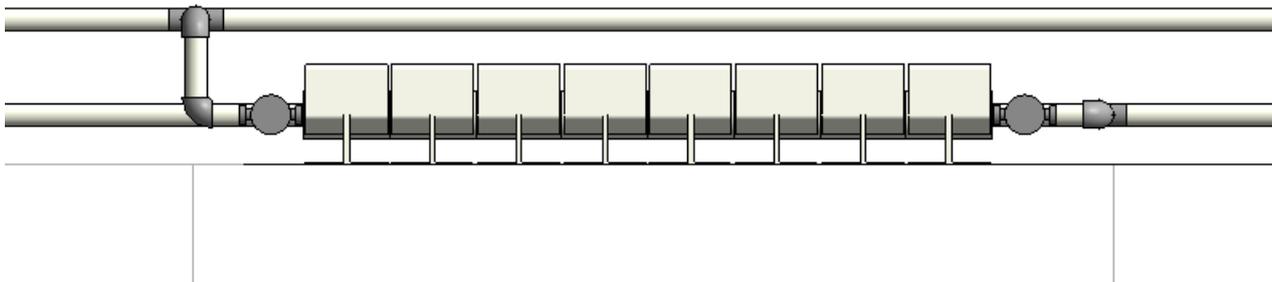


Рисунок 5.21 Результат подключения прибора к магистралям

Для создания спецификации системы отопления необходимо совершить следующие действия.

1. В «Диспетчере проекта» нажать правой кнопкой мыши по разделу «Ведомости/Спецификации» (рисунок 5.22).

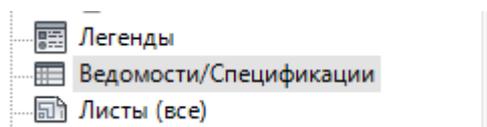
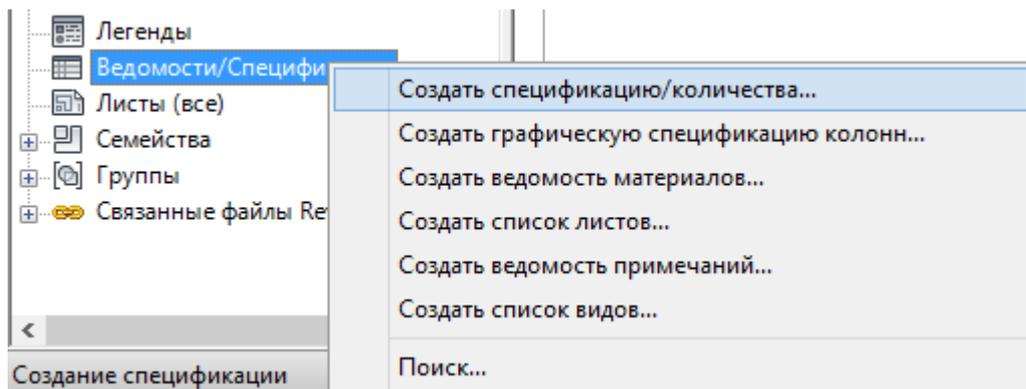


Рисунок 5.22 Раздел Ведомости/Спецификации Диспетчера проекта

2. В появившемся окне выбрать строку «Создать спецификацию/количества...»



3. В окне «Фильтр по дисциплинам» выбрать раздел «Трубопроводы» -> Категория «Трубы» (рисунок 5.23).

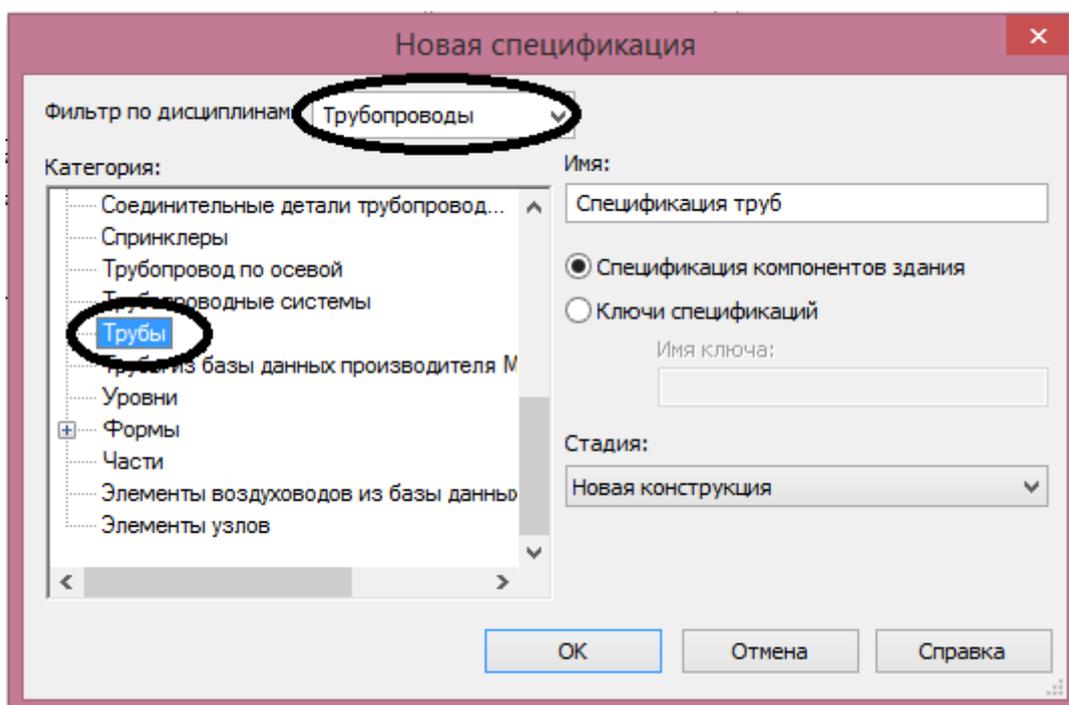


Рисунок 5.23 Диалог создания новой спецификации

4. Далее нажать «ОК» и в появившемся окне «Свойства спецификации» из перечня «Доступных полей» выбрать нужные для спецификации поля – «Диаметр» и «Длина» (рисунок 5.24).

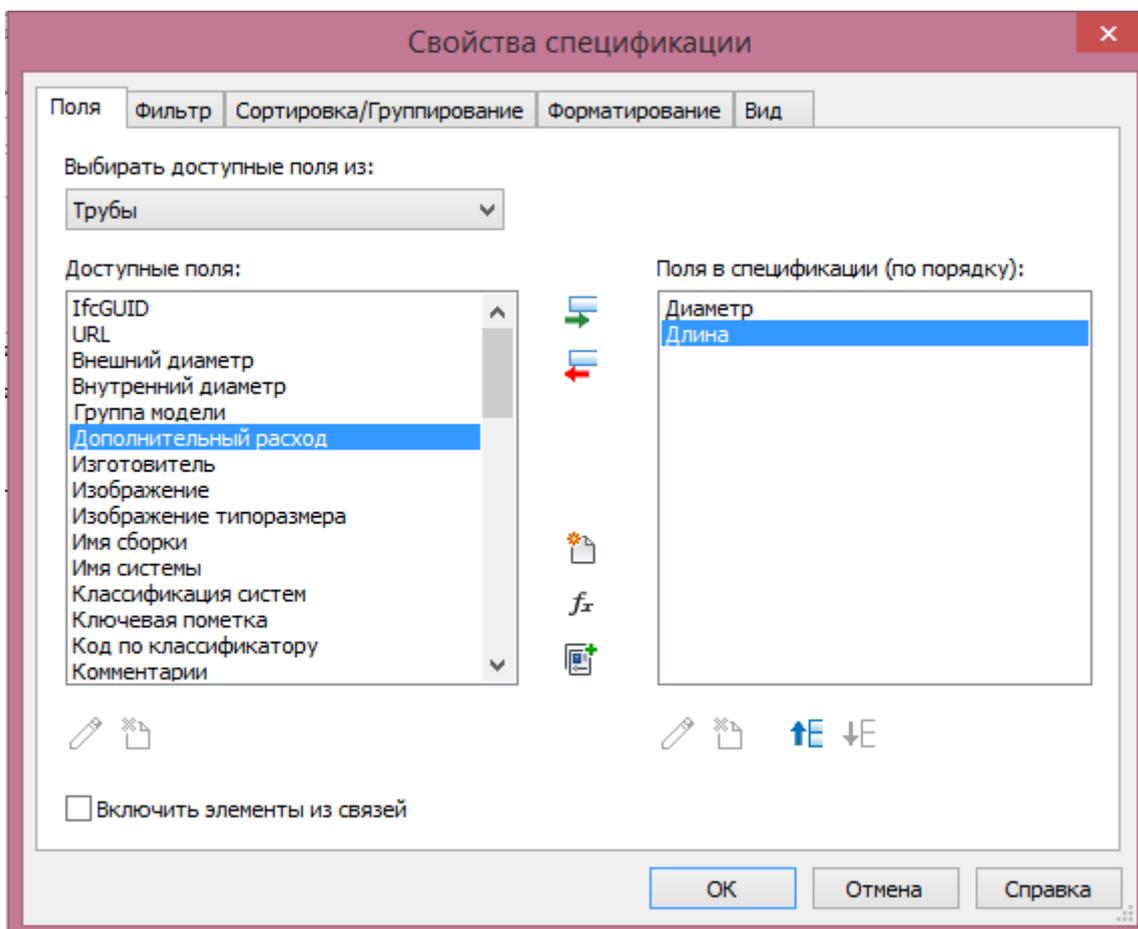


Рисунок 5.24 Настройка полей спецификации

При этом создается спецификация, которую можно настроить с помощью панели свойств (рисунок 5.25).

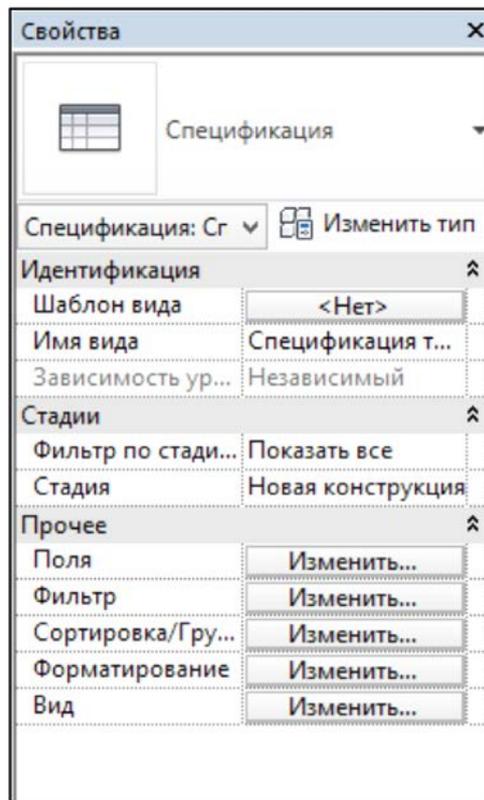


Рисунок 5.25 Панель свойств спецификации

5. Выбрать раздел «Сортировка/Группирование»-> «Изменить». В появившемся окне выбрать сортировку по «Диаметру», «По возрастанию» и убрать галочку «Для каждого экземпляра» (рисунок 5.26).

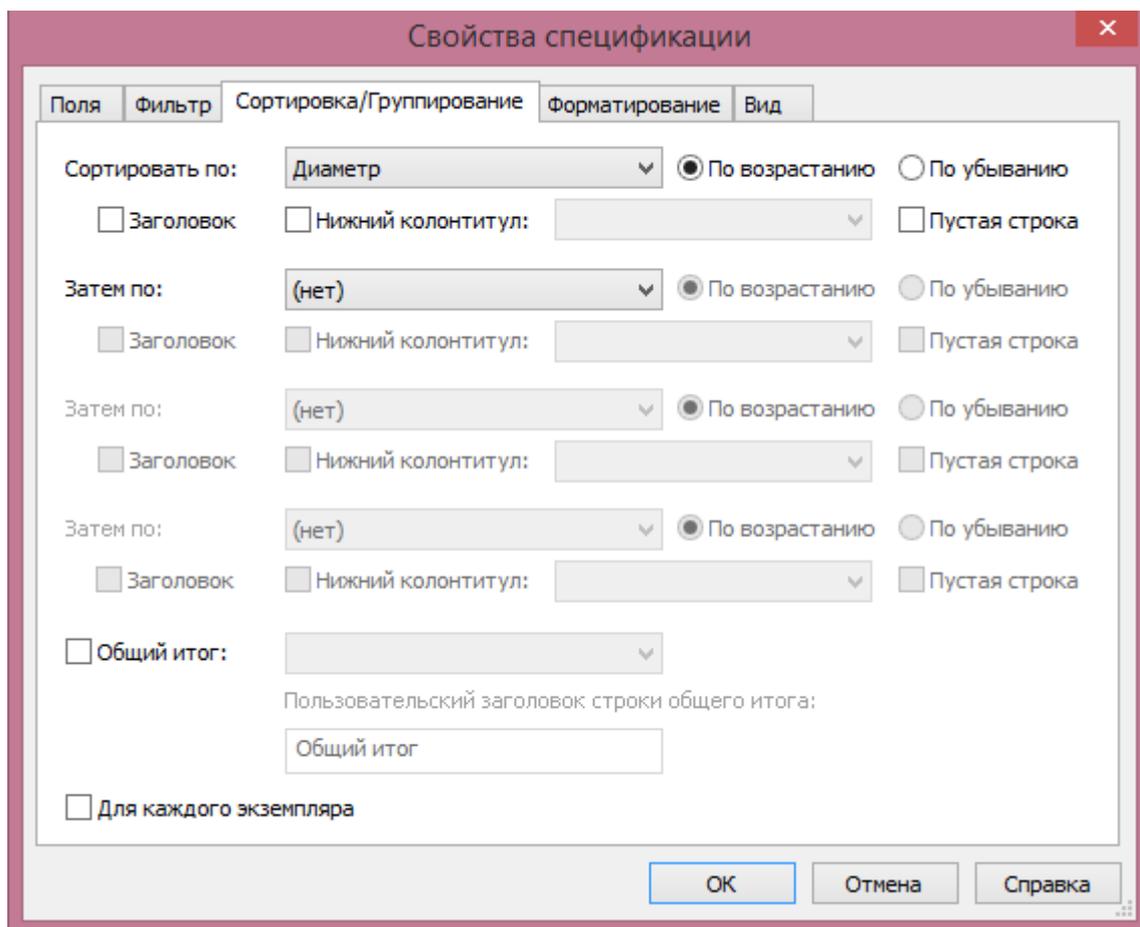


Рисунок 5.26 Диалог настройки свойств спецификации

6. Далее во вкладке «Формат поля» для поля «Длина» выбрать единицы измерения в «метрах» (рисунок 5.27).

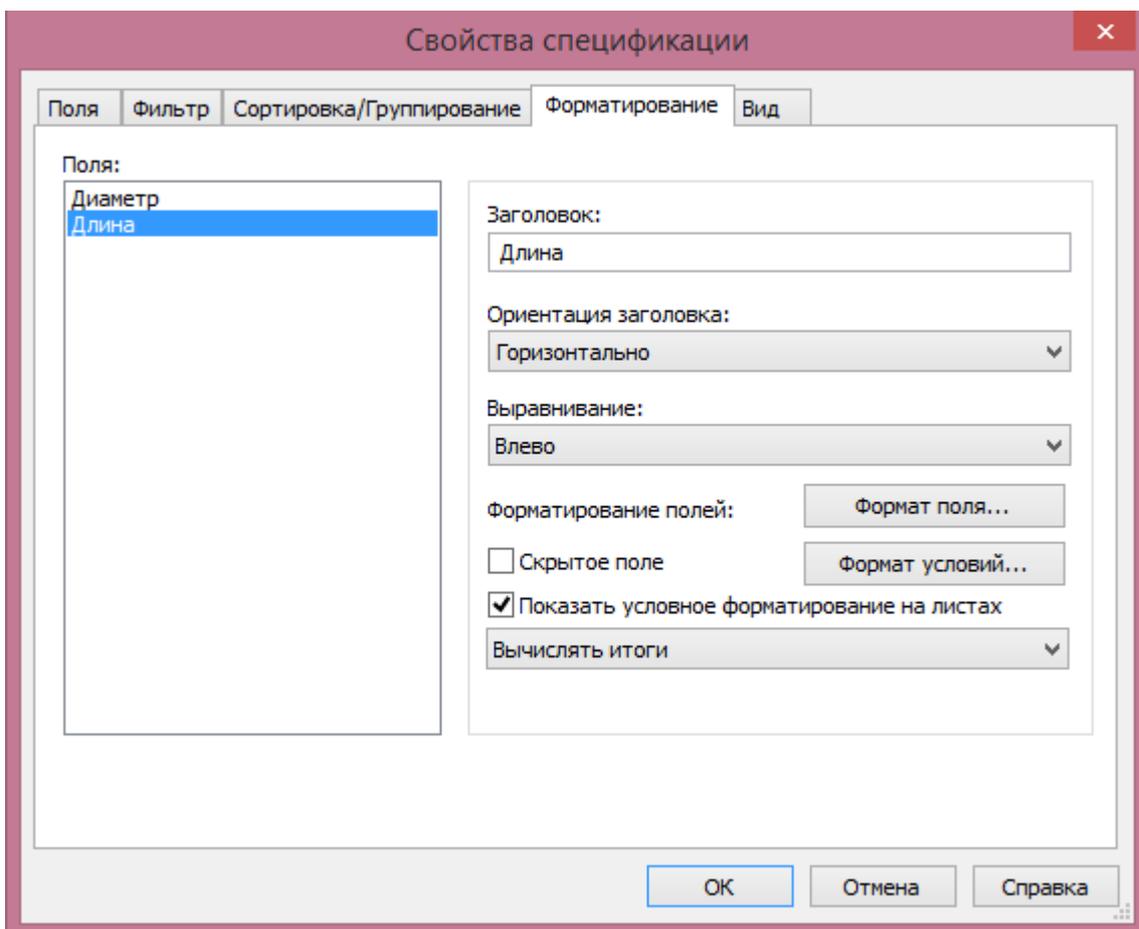


Рисунок 5.27 Настройка единиц измерения величин в спецификации

7. Нажать «ОК»; в результате получается настроенная спецификация (рисунок 5.28).

<Спецификация труб>	
А	В
Диаметр	Длина
15.0 мм	122

Рисунок 5.28 Окончательный вид спецификации

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Как уже отмечалось, пока что у нас сделаны только первые шаги на пути цифровизации строительной отрасли, вследствие чего ряд аспектов использования BIM-технологий был оставлен на время за пределами данного издания. Информационное моделирование предполагает получение определенных выгод, в основном связанных с возможностью более комфортного устранения пространственных и временных коллизий при проектировании, строительстве и эксплуатации объектов, и с прозрачностью расходов. Но это и значительно более затратная технология управления процессами в строительной сфере по сравнению с традиционной, что является, наверное, основным тормозом распространения BIM-технологий в РФ. Однако перемены, которые затронут область строительства, не ограничатся только компьютеризацией процессов проектирования, строительства и эксплуатации зданий. Новизна коснется всех аспектов отрасли на всех этапах ЖЦ объектов, от обоснования инвестирования до рекультивации почв по месту сноса. Нужны будут сотни новых нормативов, новые способы взаимодействия, новые типы контрактных условий и т.п. Поэтому сегодня невозможно предугадать даже на краткосрочную перспективу, какие конкретные формы обретут новые правила действия и взаимодействия организаций строительной отрасли, и какие из задач важнее, а какие немного погодя потеряют значение. При этом не исключено, что уже в ближайшем будущем человечеству придется искать и использовать только энергетически не затратные технологии, в т.ч. и на всех стадиях управления бизнесом. Но можно уверенно полагать, что и тогда от BIM-технологий что-то останется. На наш взгляд, реально ценное в них – это перевод взгляда строителя только со строящегося объекта на среду обитания людей, окружающую возводимые и построенные жилье, предприятия, города, сектора строительства и недвижимости государств планеты. BIM-технологии обучают смотреть на объекты строительства в единстве и взаимодействии с окружающей средой обитания, учитывая тектонические, климатические,

географические и др. воздействия среды обитания на объект, так же как тепловые, шумовые, токсикогенные, электромагнитные, радиоактивные и др. воздействия объекта на окружающую среду.

Авторы надеются, что пособие поможет обучающимся по специальностям, связанным с проектированием, возведением и эксплуатацией зданий, приобрести необходимые знания на уровне, позволяющем в дальнейшем вносить надлежащий вклад в развитие и продвижение технологий информационного моделирования в строительной отрасли РФ. Ведь соответствующая деятельность у нас еще только становится, и нуждается в разносторонней поддержке. Вместе с тем, становление цифровизации строительной отрасли еще нигде в мире не завершилось, и к связанным с BIM-технологиями креативным идеям российских специалистов, в том числе – студентов ВУЗов РФ, проявляют реальный интерес самые продвинутые фирмы ЕС. Сегодняшняя востребованность таких специалистов должна быть дополнительной мотивацией для завершивших данный курс к дальнейшему совершенствованию своих компетенций в области BIM-технологий.

КОНТРОЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ И ЗАДАНИЯ

Контрольные вопросы

1. BIM, основная концепция
2. История развития BIM, понятия, технологий.
3. Понятие информационной модели – архитектурной (AIM), структурной (SIM), сооружения, сервисных систем здания (BSIM)
4. Основные термины BIM.
5. Уровни «зрелости» и размерностей (nD) BIM.
6. Объекты управления BIM.
7. Связь концепций PLM и BIM.
8. Преимущества проектирования при использовании BIM.
9. Проблемы и факторы влияющие на внедрение BIM.
10. Основные концепции параметрического моделирования и концепция «одной модели», примеры ПО реализующего этот подход.
11. Основная идеология работы BIM программ. Работа основных элементов интерфейса Revit.
12. Работа с элементами интерфейса при проектировании инженерных систем.
13. Использование BIM при реконструкции здания.
14. Использование BIM при эксплуатации здания.
15. Основное BIM ПО. Общая технология создания MEP-систем.
16. Информационная модель Revit MEP.
17. Элементы Revit. Понятие Категории, Семейства, Типа.
18. Виды семейств. Свойства элементов.
19. «Зеленый» BIM – основные понятия.
20. Международное законодательство в области «зеленого» строительства.
21. Российское законодательство в области «зеленого» строительства.

22. Понятие «умный» дом и применение в системах отопления и вентиляции.
23. Примеры «умных» технологий в системах отопления и вентиляции.
24. Система требований, создаваемая на этапе обоснования инвестиций: содержание, назначение.
25. Области данных в составе СОД и их назначение.
26. Требования к проектной цифровой информационной модели (ЦИМ) для подготовки ЦИМ процесса строительства.
27. Работа ПТО подрядчика с использованием ЦИМ процесса строительства.
28. Информационное наполнение строительной модели в ходе строительных работ.
29. Формирование эксплуатационной ЦИМ (ЭЦИМ).
30. Элементы процесса управления информацией об активе на основе эксплуатационной ЦИМ (ЭЦИМ).

Задания

1. Создать информационную модель участка системы вентиляции – магистраль диаметром 250мм, с подключением к ней ответвлений к двум воздухораспределителям (Ø150).
2. Создать информационную модель участка системы вентиляции – магистраль диаметром 400мм, с подключением к ней ответвлений к двум воздухораспределителям (Ø250).
3. Создать информационную модель участка системы вентиляции – магистраль диаметром 500мм, с подключением к ней ответвлений к двум воздухораспределителям (Ø355).
4. Создать информационную модель участка системы вентиляции – магистраль размерами 250x250мм, с подключением к ней ответвлений к двум воздухораспределителям (Ø150).

5. Создать информационную модель участка системы вентиляции – магистраль размерами 400x400мм, с подключением к ней ответвлений к двум воздухораспределителям (ø250).
6. Создать информационную модель участка системы вентиляции – магистраль размерами 500x500мм, с подключением к ней ответвлений к двум воздухораспределителям (ø355).
7. Создать информационную модель участка системы вентиляции – вертикальную шахту размерами 250x500мм, с подключением к ней горизонтальных ветвей (150x150) на двух этажах.
8. Создать информационную модель участка системы вентиляции – вертикальную шахту размерами 500x500мм, с подключением к ней горизонтальных ветвей (ø355) на двух этажах.
9. Создать информационную модель участка трубопровода системы вертикального двухтрубного отопления - магистраль диаметром 20 сталь, с подключением к ней двух приборов отопления подводками 15мм и с установкой на них термостатического и запорного клапанов.
10. Создать информационную модель участка трубопровода системы вертикального двухтрубного отопления - магистраль диаметром 25 сталь, с подключением к ней двух приборов отопления подводками 15мм и с установкой на них термостатического и запорного клапанов.
11. Создать информационную модель участка трубопровода системы вертикального однострубногo отопления - магистраль диаметром 20 сталь, с подключением к ней двух приборов отопления подводками 15мм и с установкой на них термостатического и запорного клапанов.
12. Создать информационную модель участка трубопровода системы вертикального однострубногo отопления - магистраль диаметром 25 сталь, с подключением к ней двух приборов отопления подводками 15мм и с установкой на них термостатического и запорного клапанов.
13. Создать информационную модель участка трубопровода системы горизонтального двухтрубного отопления - магистраль диаметром 20

сталь, с подключением к ней двух приборов отопления подводками 15мм и с установкой на них термостатического и запорного клапанов.

14. Создать информационную модель участка трубопровода системы горизонтального двухтрубного отопления - магистраль диаметром 25 сталь, с подключением к ней двух приборов отопления подводками 15мм и с установкой на них термостатического и запорного клапанов.
15. Создать информационную модель участка трубопровода системы горизонтального однострубногo отопления - магистраль диаметром 20 сталь, с подключением к ней двух приборов отопления подводками 15мм и с установкой на них термостатического и запорного клапанов.
16. Создать информационную модель участка трубопровода системы горизонтального однострубногo отопления - магистраль диаметром 25 сталь, с подключением к ней двух приборов отопления подводками 15мм и с установкой на них термостатического и запорного клапанов.

Глоссарий (словарь с комментариями)

- 1. Bluetooth LE/ Bluetooth Smart** - беспроводной протокол, популярный среди смарт-домашних устройств. По сравнению с классическим Bluetooth, предназначен для использования значительно меньшей мощности при сохранении аналогичного диапазона. BLE нацелен не только на умный дом, но и на фитнес, здравоохранение и безопасность.
- 2. BACnet (англ. Building Automation and Control network)** – сетевой протокол, применяемый в системах автоматизации зданий и сетях управления.
- 3. BACnet-устройство** – это устройство системы автоматизации (контроллер, датчик, исполнительный механизм), поддерживающее протокол BACnet.
- 4. Insteon** – интеллектуальный домашний протокол, который был введен в 2005 году. Этот протокол может работать по линиям электропитания (аналогично x10) по беспроводной связи, при этом передаваемые данные дублируются, что приводит к высокой надежности. Кроме этого любое устройство в сети работает и как приемник и как передатчик, также дублируя передаваемые данные всем устройствам в пределах досягаемости.
- 5. VAV система (Variable Air Volume System)** – энергоэффективная система (вентиляции или кондиционирования) с переменным расходом воздуха, зависящем от нагрузки, и регулируемая автоматически.
- 6. VAV-контроллеры** – это программируемые контроллеры, разработанные специально для оборудования VAV систем.
- 7. X10** – один из самых старых протоколов, которые все еще используются для автоматизации дома и здания. Разработанный в 1970-х годах, он использует линии электропитания в доме, чтобы обеспечить связь между устройствами. Эта простая система менее надежна, и имеет меньшую пропускную способность, чем современные протоколы.

8. **ZigBee** – как и Z-Wave, ZigBee - недорогая беспроводная сеть с низким энергопотреблением. Была разработана для использования с устройствами или датчиками, которые имеют очень низкое энергопотребление и не нуждаются в отправке больших объемов данных.
9. **Z-Wave** – протокол беспроводной связи, предназначенный для домашней автоматизации. В основном используется в жилых помещениях, чтобы обеспечить простой, но надежный способ беспроводного управления освещением, замками, системами управления климатом и окнами. Одним из основных преимуществ Z-волны является работа в сети, называемой ячеистой сетью.
10. **Геозонирование (Geofence)** – виртуальный периметр для реального мира. Используя радиостанции WiFi, Bluetooth или GPS мобильного устройства человека программное обеспечение умного дома может инициировать события на основе его физического местоположения. Например, можно использовать геозонирование, чтобы автоматически отключать свет, когда человек покидает дом на день.
11. **Интернет вещей (IoT - Internet of Things)** – это широкий термин, который относится к повседневным устройствам, таким как лампы, термостаты и замки, которые могут подключаться к Интернету и друг к другу. Эти подключенные устройства могут обмениваться данными и работать вместе, автоматизируя задачи, которые раньше выполнялись вручную.
12. **Контроллеры специального назначения (ASC - application-specific controllers)** – контроллеры специального назначения, используемые для автоматизации приводов систем ОВКВ.
13. **Концентратор, контроллер, хаб (Hub)** – в сфере умных домов концентратор является центральным устройством, которое позволяет работать с разными устройствами (свет, замки, термостаты). Большинство хабов также будут работать как универсальный пульт, а также предоставляют инструменты, необходимые для автоматизации ваших устройств.

- 14.ОВКВ (HVAC - Heating, Ventilating and Air Conditioning)** – отопление, вентиляция и кондиционирование воздуха.
- 15.Регулируемые воздухораспределители (VAV-terminals, smart vents)** – воздухораспределительные устройства систем вентиляции и кондиционирования воздуха, имеющие оборудование для автоматического изменения расхода проходящего воздуха.
- 16.Смарт счетчик (Smart Meter)** – это новое поколение электрических и газовых счетчиков, которые могут в цифровом виде (и более точно) передавать показания в компьютерные приложения и другие устройства. Смарт-счетчики также могут быть соединены с мониторами, чтобы потребители в режиме реального времени видели свой уровень потребления энергии.
- 17.Совместимость (Interoperability)** – возможность надежной совместной работы различных интеллектуальных домашних устройств и служб.
- 18.Технология «из облака в облако» (Cloud-to-Cloud)** – многие интеллектуальные домашние устройства в своей работе используют облачные сервисы. Хотя это не идеальный вариант, когда устройства полагаются на интернет соединение, это иногда позволяет увеличить совместимость. Два устройства в одной комнате не могут связаться между собой напрямую. Вместо этого сообщения отправляются от одного устройства к другому и обратно через соответствующие облачные сервисы через Интернет. Эта технология называется «из облака в облако» и становится популярным способом для поставщиков оборудования увеличить совместимость.
- 19.Технология IFTTT («IF This Then That», то есть «если это, тогда то».)** – технология IFTT позволяет пользователям подключать несколько устройств, создавая «рецепты» (алгоритмы) для устройств, которые не могут напрямую передавать информацию друг другу. Например, можно включать и выключать освещение в 5 вечера, когда нужно уходить с работы, если вы часто там задерживаетесь.

20. Умный термостат (Smart thermostat) – от обычного отличается дополнительными функциями - дополнительно к программированию - обучаемость; управление через мобильное устройство; реакция на присутствие или отсутствие человека в помещении; автоматические оповещения и отчеты.

21. Ячеистая сеть (Mesh Network) – протоколы, которые разрабатываются с использованием ячеистой сети, означают, что устройства могут передавать сообщения друг другу «прыгающим» способом до тех пор, пока не будет достигнут конечный пункт назначения. Каждое устройство в доме действует как расширитель диапазона; чем больше устройств, тем более мощной / надежной становится сеть.

Список использованной литературы

- 1 BIM – Википедия [Электронный ресурс] // Википедия : свободная энцикл. ... 2018. – URL: <https://ru.wikipedia.org/wiki/BIM> (дата обращения: 16.07.2018).
- 2 US National BIM Standard Project Committee [Электронный ресурс] // The National BIM Standard-United States® (NBIMS-US™) – URL: <https://www.nationalbimstandard.org/> (дата обращения: 16.07.2018).
- 3 Eastman, Charles And Others An Outline of the Building Description System. Research Report No. 50 [Электронный ресурс]/ Carnegie-Mellon Univ., Pittsburgh, PA. Inst. of Physical Planning, 1974. 23 с. URL: <https://eric.ed.gov/?id=ED113833> (дата обращения: 16.07.2018).
- 4 Понятие BIM технологии в проектировании: что такое информационное моделирование зданий в строительстве [Электронный ресурс] // ООО «ЗВСОФТ». URL: <http://www.zwsoft.ru/stati/ponyatie-bim-tekhnologii> (дата обращения: 16.07.2018).
- 5 BIM: как мы строим строителей на стройке [Электронный ресурс] // Хабр – коллективный блог об ИТ. URL: <https://habrahabr.ru/company/croc/blog/335808/> (дата обращения: 16.07.2018).
- 6 Доклад замглавы Департамента градостроительной деятельности и архитектуры Министерства строительства и жилищно-коммунального хозяйства Российской Федерации Степанова на семинаре «BIM. Цифровая среда как основа взаимодействия» [Электронный ресурс] // Федеральное автономное учреждение «Федеральный центр нормирования, стандартизации и технической оценки соответствия в строительстве» (ФАУ «ФЦС»). URL: https://www.faufcc.ru/upload/iblock/245/1.-bim-stepanov_7.pptx (дата обращения: 16.07.2018).
- 7 Технология BIM: единая модель и связанные с этим заблуждения [Электронный ресурс] // Комплекс градостроительной политики и строительства города Москвы. URL:

https://stroi.mos.ru/builder_science/tiekhnologhiia-bim-iedinaia-modiel-i-sviazannyie-s-etim-zabluzhdieniia?from=cl (дата обращения: 16.07.2018).

8 СП 333.1325800.2017 «Информационное моделирование в строительстве. Правила формирования информационной модели объектов на различных стадиях жизненного цикла» [Электронный ресурс] // Информационно-справочная система «Техэксперт». URL: <http://docs.cntd.ru/document/556793897/> (дата обращения: 16.07.2018).

9 Приказ Министерства труда и социальной защиты РФ от 27 ноября 2014 г. N 943н «Об утверждении профессионального стандарта «Специалист в области производственно-технического и технологического обеспечения строительного производства» [Электронный ресурс] // Информационно-справочная система «Техэксперт». URL: <http://docs.cntd.ru/document/420238336> (дата обращения: 16.07.2018).

10 СП 301.1325800.2017 «Информационное моделирование в строительстве. Правила организации работ производственно-техническими отделами» [Электронный ресурс] // Информационно-справочная система «Техэксперт». URL: <http://docs.cntd.ru/document/555664724> (дата обращения: 16.07.2018).

11 ГОСТ Р 57311-2016 «Моделирование информационное в строительстве. Требования к эксплуатационной документации объектов завершеного строительства» [Электронный ресурс] // Информационно-справочная система «Техэксперт». URL: <http://docs.cntd.ru/document/1200142711> (дата обращения: 16.07.2018).

12 СТО НОСТРОЙ 2.35.4-2011 «"Зеленое строительство". Здания жилые и общественные. Рейтинговая система оценки устойчивости среды обитания » [Электронный ресурс] // Информационно-справочная система «Техэксперт». URL: <http://docs.cntd.ru/document/1200087581> (дата обращения: 16.07.2018).

13 Миллер Ю. В. Рейтинговая оценка зеленого здания [Электронный ресурс] // АВОК. 2014. №1 С. 74-80. URL: https://www.abok.ru/for_spec/articles.php?nid=5728 (дата обращения: 16.07.2018).

- 14 ГОСТ Р 53905-2010 «Энергосбережение. Термины и определения» [Электронный ресурс] // Информационно-справочная система «Техэксперт». URL: <http://docs.cntd.ru/document/1200083323> (дата обращения: 16.07.2018).
- 15 Sinopoli J. Smart Building Systems for Architects, Owners and Builders [Текст]. Butterworth-Heinemann, 2010. 248 p
- 16 Главная страница справки [Электронный ресурс] // Autodesk® Revit® MEP URL: <http://help.autodesk.com/view/RVT/2018/RUS/> (дата обращения: 24.07.2018)
- 17 Заметки о Revit и том, что с ним связано [Электронный ресурс] // Бесплатный видеокурс Autodesk Revit MEP. URL: <http://www.avisotskiy.com/2014/04/autodesk-revit-vysotskiy-consulting.html?m=1> (дата обращения: 16.07.2018).