

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

Федеральное государственное бюджетное
образовательное учреждение высшего образования
«Пензенский государственный университет
архитектуры и строительства»
(ПГУАС)

М.А. Гаврилов

ОСНОВЫ ИНФОРМАЦИОННОГО МОДЕЛИРОВАНИЯ В СТРОИТЕЛЬСТВЕ

Курс лекций
по направлению 08.03.01 «Строительство»

Пенза 2022

УДК 372.862
ББК 22.151.3+30.11я73
Г12

Рекомендовано Редсоветом университета
Рецензенты: кандидат технических наук, доцент
И.В. Ремонтова (ПГТУ)

Гаврилов М.А.
Г12 Основы Информационного моделирования в строительстве: курс лекций по направлению 08.03.01 «Строительство» / М.А. Гаврилов. – Пенза: ПГУАС, 2022. – 93 с.

В предлагаемом учебном пособии рассматриваются способы и технические приемы создания чертежей в графической среде системы автоматизированного проектирования (САПР) АСКОН Renga. Изложение основ дисциплины «Основы информационного моделирования в строительстве» чередуется с поэтапным решением задач практического выполнения элементов чертежей. Данное пособие может служить средством освоения основ построения информационных моделей зданий, обеспечив переход от традиционного черчения на чертежной доске к выполнению графических построений с помощью компьютера.

Учебное пособие подготовлено на кафедре «Начертательная геометрия и графика» и предназначено для студентов, обучающихся по направлению 08.03.01 «Строительство».

© Пензенский государственный университет
архитектуры и строительства, 2022
© Гаврилов М.А., 2022

ПРЕДИСЛОВИЕ

Учебная дисциплина «Основы информационного моделирования в строительстве» является базовой частью общепрофессионального цикла основной профессиональной образовательной программы в соответствии с ФГОС по направлению 08.03.01 «Строительство». Учебная дисциплина «Основы информационного моделирования в строительстве» обеспечивает формирование профессиональных и общих компетенций по всем видам деятельности ФГОС по направлению 08.03.01 «Строительство».

В рамках программы учебной дисциплины обучающимися осваиваются умения и знания:

- выполнять чертежи планов, фасадов, разрезов, схем с помощью Renga;
- отображать информацию с помощью принтеров, плоттеров и средств мультимедиа;
- назначение, особенности, приемы работы в системе Renga и ее место среди других конструкторских САПР;
- порядок выполнения чертежей планов, фасадов, разрезов, схем с помощью Renga;
- выполнять горизонтальную привязку от существующих объектов;
- автоматизировать чертежные работы: строить и редактировать объемные чертежи;
- применять Renga для проектирования генеральных планов;
- особенности выполнения строительных чертежей в программе Renga;
- требования нормативно-технической документации на оформление строительных чертежей в программе Renga;
- состав, функции и возможности использования программы Renga в профессиональной деятельности;
- осуществлять поиск и использование информации, необходимой для эффективного выполнения профессиональных задач, связанных с применением программы Renga;
- возможные способы поиска информации для эффективного применения программы Renga в профессиональной деятельности;
- ориентироваться в условиях частой смены технологий в профессиональной деятельности;

- возможности применения ежегодных обновлений программы Renga.

Конспект лекций по дисциплине «Основы информационного моделирования в строительстве» содержит краткий текстовый материал к каждой из 9 лекций.

ЛЕКЦИЯ 1. Введение. Общие принципы технологии BIM

1.1. BIM – технология информационного моделирования

Технология информационного моделирования (зданий и сооружений) – ТИМ, Building Information Modelling или BIM – деятельность по созданию, управлению и хранению электронной информации о зданиях и сооружениях на всех или отдельных стадиях их жизненного цикла, результатом которой является создание информационной модели здания или сооружения [п. 3.2 ГОСТ Р 10.0.03-2019].

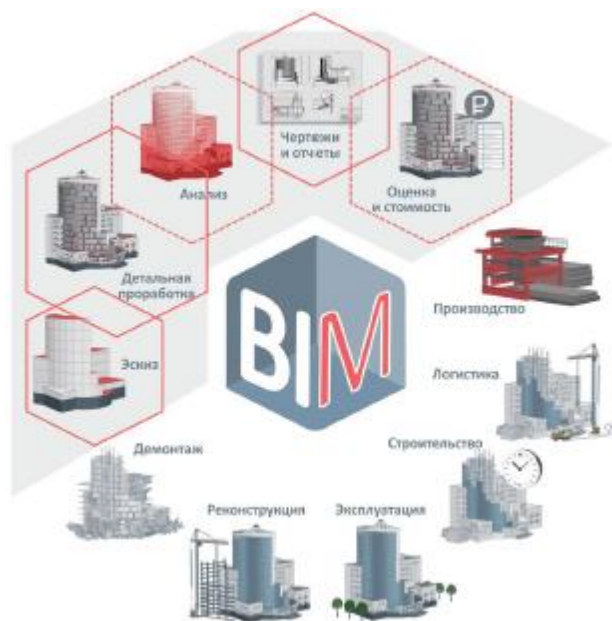
Информационная модель объекта капитального строительства (далее - информационная модель) - совокупность взаимосвязанных сведений, документов и материалов об объекте капитального строительства, формируемых в электронном виде на этапах выполнения инженерных изысканий, осуществления архитектурно-строительного проектирования, строительства, реконструкции, капитального ремонта, эксплуатации и (или) сноса объекта капитального строительства [гл. 1, ст. 1, п. 10.3 Градостроительного кодекса Российской Федерации].

Цифровая информационная модель объекта капитального строительства – совокупность взаимосвязанных инженерно-технических и инженерно-технологических данных об объекте капитального строительства, представленных в цифровом объектно-пространственном виде [п. 3.1.4 СП 333.1325800.2020].

Цифровая информационная модель (ЦИМ, трехмерная модель) – электронный документ в составе информационной модели объекта капитального строительства (ИМ ОКС), представленный в цифровом объектно-пространственном виде [п. 3.1.6 СП 333.1325800.2020]. Примерами цифровой информационной модели (ЦИМ) являются цифровая информационная модель объекта капитального строительства (ЦИМ ОКС), инженерная цифровая модель местности (ИЦММ) и другие виды цифровых информационных моделей, применяемых для различных целей [прим. к п. 3.1.6 СП 333.1325800.2020].

Электронный документ – документированная информация, представленная в электронной форме, то есть в виде, пригодном для восприятия человеком с использованием электронных вычислительных машин, а также для передачи по информационно-телекоммуникационным сетям или обработки в информационных системах [п. 3.1.17 СП 333.1325800.2020].

Renga охватывает следующие этапы процесса информационного моделирования зданий и сооружений: создание, детальная проработка цифровой информационной модели (ЦИМ) здания или сооружения и получение на её основе документации – чертежей и спецификаций. Также программа предоставляет возможность использовать данные созданной ЦИМ в составе ИМ ОКС для применения на всех последующих этапах жизненного цикла объекта строительства.



Идея BIM основана на воплощении следующих принципов:

- проектирование осуществляется в трехмерном пространстве для более наглядного представления технических решений и согласования разных дисциплинарных разделов проектирования между собой,
- базовой единицей проектирования является объект предметной области,
- цифровая модель насыщается информацией, которую впоследствии смогут использовать все участники процесса строительства (проектировщики, сметчики, строители, заказчик, контролирующие органы и т. д.),
- чертежи и строительные спецификации формируются на основе модели и обновляются при изменении данных модели,
- цифровая информационная модель может быть передана в расчетные системы, существует возможность инвентаризации объектов, расчета необходимых материалов, этапов и стоимости проекта.

Применение технологии регулируется нормативными документами. Представители компании Renga Software принимают активное участие в обсуждении направлений разработки нормативных документов в составе технического коми-

тета ТК 465 «Строительство» – подкомитета 5 «Технология информационного моделирования зданий и сооружений». Renga Software является участником национального объединения организаций в сфере технологий информационного моделирования (НОТИМ).

Проектным подразделениям и организациям также рекомендуется руководствоваться BIM-стандартом, который должен содержать рекомендации по организации процесса проектирования на основе технологии информационного моделирования, а также требования к созданию цифровых информационных моделей ТИМ-специалистами.

Концепция BIM – совокупность требований, предъявляемых к системе решения проектной / сметной / строительной задачи на определенном этапе проектирования и строительства и межэтапному взаимодействию.

Методология BIM – это система методов выполнения предъявленных концепцией требований на практике.

Технология BIM – набор технических решений по информационному моделированию, чаще всего отдельно предназначенных для каждого этапа жизненного цикла объекта строительства (от эскиза до демонтажа).

BIM как процесс – взаимодействие всех участников строительства на всех этапах жизненного цикла объекта строительства, а также интеграция BIM-систем с другими информационными системами.

BIM-модель – единая информационная модель здания (при дискретизации на разных этапах BIM-процесса: концептуальная, проектная, строительная, исполнительная, эксплуатационная).

Технология BIM является новым логическим звеном цепочки **«Кульман – Системы автоматизированного проектирования – Технология информационного моделирования зданий и сооружений»**. На этапе использования систем автоматизированного проектирования (САПР) применяются геометрические инструменты (отрезки, линии и т.д.). При переходе к технологии BIM проектирование становится объектным и осуществляется с использованием и геометрических и атрибутивных данных (свойств и характеристик объектов), при этом проектировщик оперирует терминами предметной области, проектируя объектами: колонна, перекрытие, балка, стена и т.д.

Термин BIM впервые упоминается в 1970-х годах, с того времени сформировалось два основных пути BIM-взаимодействия систем, реализующих разные

этапы процесса BIM: концепция «Open BIM» — обмен информацией между дисциплинарными частями модели реализуется главным образом через формат IFC (Industry Foundation Classes – формат данных с открытой спецификацией); второй подход — обмен подобной информацией осуществляется в первую очередь на основе собственных форматов файлов определенных программных BIM-решений, а IFC — универсальный дополняющий формат обмена.

1.2. BIM – взаимодействие

Информационное моделирование – это идеология, охватывающая весь жизненный цикл здания или сооружения, и для ее реализации требуются BIM-инструменты. При этом на разных этапах должны быть задействованы разные инструменты. На этапе проектирования - инструмент должен помогать создавать 3D-модель и готовить чертежи, спецификации, сметы. Далее нужны инструменты, которые свяжут модель и план строительства и позволят контролировать фактическое состояние на строительной площадке с созданием исполнительной документации. Затем BIM-инструменты должны помогать в эксплуатации здания или сооружения: при обслуживании и ремонте, техническом перевооружении и реконструкции. Все эти инструменты должны быть легкими в освоении и поддерживать стандарты и нормы проектирования в зависимости от страны. Российская система Renga, при взаимодействии с другими отечественными разработками, и является таким инструментом для информационного моделирования.

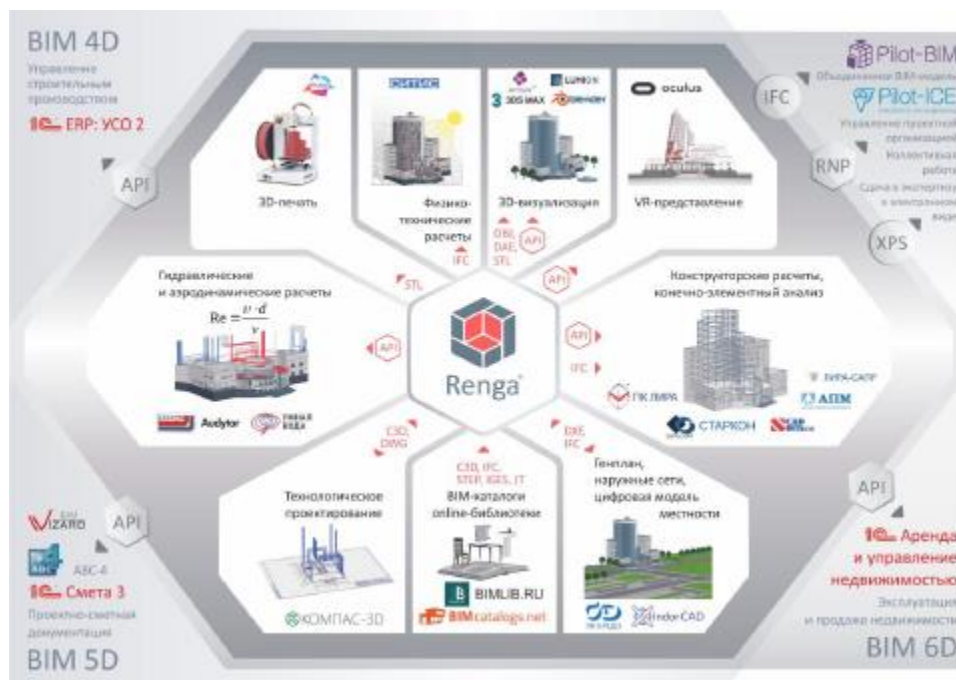
BIM-инструменты – набор программных средств, реализующих технологию информационного моделирования. Программное обеспечение BIM, согласно п. 3.3 ГОСТ Р 10.0.03-20191 – программное обеспечение, используемое для создания, модификации, анализа, управления, публикации, совместного использования, завершения или выполнения иных действий с элементами BIM.

Обмен данными между BIM-инструментами осуществляется путем прямого программного взаимодействия(с применением открытого программного интерфейса – API2, на основе собственных форматов файлов определенных программных решений: в частности, *.RNP – нативный формат модели, выполненной в Renga) или в рамках концепции «Open BIM» (через формат данных с открытой спецификацией IFC).

Технически программа Renga:

- поддерживает взаимодействие через формат IFC;

- предоставляет API, благодаря которому внешние разработчики создают специализированные расширения или связи и решают прикладные задачи для совместной реализации принципов технологии информационного моделирования;
- обладает возможностью импорта и экспорта в различные форматы обмена трехмерными (C3D, DAE и др.) и двухмерными (DXF, DWG и др.) данными.



Задачи инженера-проектировщика строительных конструкций, решаемые системой, можно подразделить на следующие.

1. Организация процесса разработки всех разделов проектной документации и комплектов рабочих чертежей (ГИПу и главному конструктору):

- коллективная работа: обмен, хранение, согласование и управление документацией и данными моделей;
- создание пояснительной документации в файле модели;
- взаимодействие в единой информационной среде с проектировщиками строительных конструкций и инженерами по внутренним системам, а также с остальными участниками проектирования.

2. Получение исходной документации для проектирования:

- чтение данных из большого числа программных комплексов, в том числе ПК для получения и обработки данных инженерных изысканий.

3. Разработка/корректировка и согласование задания на проектирование:

- наглядное 3D-представление объекта проектирования;
- мгновенное получение из модели 2D-фасадов и разрезов, информации о материалах для согласования конструкций.

4. Проектирование жилых, гражданских и промышленных зданий:

- использование наработанного архива 2D-чертежей;
- после формирования базы аналогов BIM-моделей – простое использование их во вновь создаваемых проектах;
- хранение всех данных и документации в едином файле модели – удобная навигация и наглядное представление структуры проекта;
- взаимодействие с расчетными системами и комплексами;
- автоматизированное конструктивное армирование монолитных железобетонных конструкций (по заданным параметрам, в виде каркасов и сеток; усиление проемов и отверстий; армирование многослойных стен и соединений);
- расстановка любого дополнительного армирования усиления (отдельными стержнями, в сборке);
- создание отправочных марок конструкций;
- назначение профилей металлопроката любого сечения;
- импорт технологического оборудования для корректного расположения креплений и закладных;
- длительная комфортная работа в программе и интуитивное понимание назначения инструментов.

5. Разработка проектной документации разделов «Конструкции железобетонные», «Конструкции металлические» и рабочих чертежей этих разделов:

- оформление проектной документации в соответствии с ГОСТ и СПДС;
- компоновка чертежей в графическом редакторе системы с автоматизированным извлечением и обновлением видов, разрезов, фасадов, узлов, отправочных марок из модели; маркировка объектов;
- автоматизированное составление с извлечением данных из модели интерактивных ведомостей и спецификаций;
- внесение изменений в модель с автоматическим пересчетом интерактивных ведомостей и спецификаций и отражением изменений на чертежах.

6. Передача для обоснования инвестиций, осмечивания и планирования сроков:

- назначение единых норм и расценок в модели;
- передача в комплекс управления строительной организацией для планирования сроков строительства;
- формирование смет по данным из модели.

7. Согласование проекта в органах надзора:

- передача документации на экспертизу в виде 2D-чертежей;
- передача документации на экспертизу в виде BIM-модели;
- приоритетное участие в государственных заказах.

8. Передача документации заказчику:

- передача BIM-модели / 2D-чертежей / 3D-PDF документа.

9. Авторский надзор за реализацией проекта:

- использование единой BIM-модели для проведения авторского надзора, наглядного представления решений (оперативно найденных с помощью автоматизированного поиска в модели) строителям.

ЛЕКЦИЯ 2. БАЗОВЫЙ ИНСТРУМЕНТАРИЙ СИСТЕМЫ Renga

Renga – это современный продукт для архитектурно-строительного проектирования от компании АСКОН. Его принципиальное отличие от многих других продуктов в том, что он изначально ориентирован на трехмерное проектирование и позволяет создавать информационные модели зданий.

Двухмерное проектирование в Renga также доступно в полной мере, но рассматривается как дополнительные возможности системы.

Между трехмерной моделью и чертежом существует ассоциативная связь на всех этапах, при необходимости можно дополнять чертежи нужными графическими элементами — отрезками, дугами, заливкой, штриховкой, линейными размерами и высотными отметками.

Все чертежи в Renga создаются по нормам СПДС.

Контекстно-ориентированный интерфейс, независимость от незаполненных справочников, доступность инструментов и элементов, свободное обращение с уровнями и этажами обеспечивают комфорт работы в течение долгого времени.

Renga идеально подходит для создания различных по объему и содержанию моделей: от самых простых до самых сложных и ориентирован на проектные организации различного масштаба: от небольших и средних компаний, мастерских, бюро и проектно-конструкторских отделов промышленных предприятий до проектных институтов.

Renga Architecture

⊕ Новый проект 📁 Открыть...

⚙ Параметры... 📖 Справка ⓘ



Пирамида Хеопса



Саловский Институт



Московский Государственный
Университет



Политический национальный стадион



Исмаиловский собор



Сиднейская опера



Комплекс "Pietres Vives"



Бурдж-Халифа



Бурдж-Халифа



Музей Современного Искусства



Центр Будущего



Шанхайская Башня

Знакомство с любой системой проектирования начинается с ее стартовой страницы. При запуске Renga на стартовой странице мы видим архитектурные достопримечательности мира. При последующей работе эти изображения постепенно заменяются на собственные проекты.

Тщательно продуманный и интуитивно понятный интерфейс Renga обеспечивает пользователю максимально комфортную работу с проектом. Инструментальные панели занимают минимум места, но при этом все команды всегда на виду, их не нужно искать в меню.

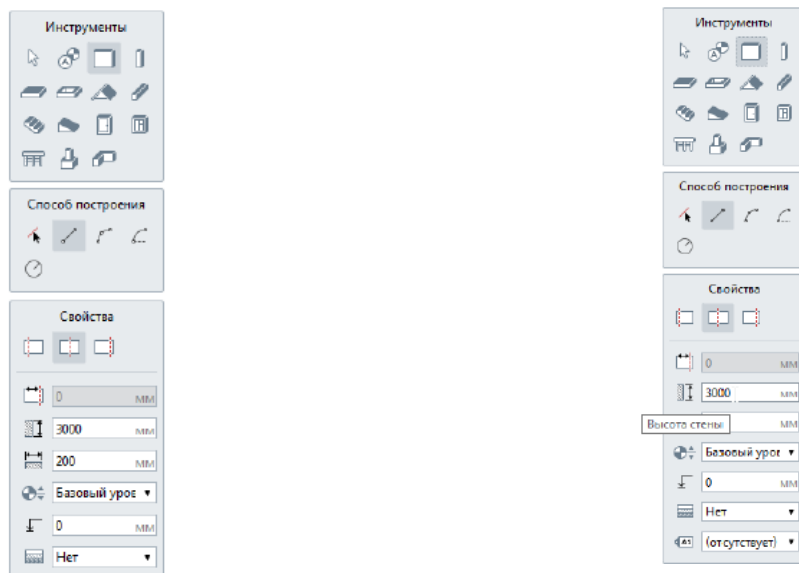
Если подвести курсор к полю ввода данных появится всплывающая подсказка строки. Большое внимание уделено цветовой гамме, удобной навигации, размещению модели в пространстве и группировке команд.

Renga поддерживает многооконность и многомониторный режим, что позволяет работать на разных мониторах в нескольких видах и чертежах одновременно.

При создании или при открытии для редактирования каждый документ отображается в новой вкладке.

Панель инструментов будет видна только в активном окне.

Модель вместе с чертежами хранится в одном файле проекта, который можно открыть или создать на стартовой странице приложения.



Проект включает следующие виды:

- 3D-вид,
- планы уровней,

- фасады,
- разрезы,
- чертежи.

В зависимости от способа навигации их можно разделить на 2D-виды (планы, фасады, разрезы, чертежи) и 3D-вид.

3D-вид — основной, при его закрытии закрывается весь проект.

Обозреватель проекта содержит все созданные виды и модели и позволяет создавать чертежи на основе этих видов. Перейти в любой, созданный в проекте вид, можно так же из Обозревателя проекта.

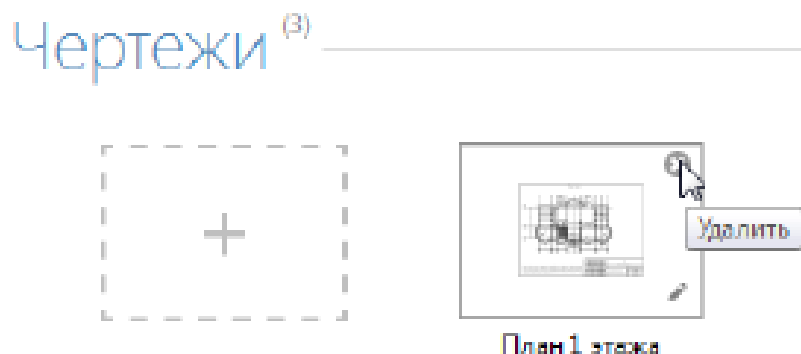
Обозреватель проекта открывается кнопкой Открыть обозреватель проекта после создания нового или открытия уже созданного проекта.

Для открытия чертежа, уровня, разреза, фасада необходимо щелкнуть по миниатюре левой кнопкой мыши.

Для переименования чертежа, уровня, фасада, разреза - подвести указатель мыши к миниатюре и нажать кнопку **Переименовать**.



Для удаления чертежа подведем указатель мыши к миниатюре чертежа и нажмем кнопку **Удалить**.



Для комфортного управления рабочей областью в каждом из видов достаточно двухкнопочной мыши с колесом прокрутки:

- для увеличения/уменьшения модели необходимо вращать колесико мыши.
- для перемещения рабочей плоскости - удерживать колесико мыши.
- для вращения модели (в 3D-виде) - удерживать правую кнопку мыши.

В верхней части окна проекта расположена панель системных команд, которые доступны в любой момент работы.

Создание и редактирование модели осуществляется с помощью набора инструментов. У каждого инструмента есть свой набор свойств и параметров. Активным может быть только один инструмент.

Параметры, введенные пользователем, применяются автоматически и не требуют команд подтверждения.

Работа приложения устроена так, что способы построения любого объекта модели или чертежа практически одинаковы. Для того, чтобы свободно работать со всеми инструментами, достаточно освоить работу с одним из них.

В построении любого объекта помогут Универсальные операции:

- точное построение;
- привязка к сетке;
- объектные привязки;
- привязки отслеживания.

Точное построение объектов в Renga осуществляется с помощью *динамических полей ввода*. В поле ввода задается тот параметр, на выносной линии которого находится поле. Параметры, которые можно задать в полях ввода, определены режимом измерения. Для точного построения в Renga используется два режима измерения:

- **полярный** – измеряется расстояние от заданной точки и угол поворота относительно оси ОХ. Полярный способ измерения используется по умолчанию;

- **прямоугольный** — измеряется расстояние от заданной точки по оси X и по оси Y.

Чтобы изменить режим измерения:

- правой кнопкой мыши вызовите контекстное меню.
- выберите Режим измерения.

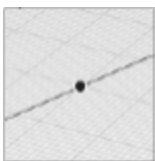
При работе со всеми объектами переключение между полями ввода при построении объектов осуществляется с помощью клавиши TAB.

После ввода значений в динамические поля ввода необходимо зафиксировать положение объекта щелчком левой кнопки мыши по полю модели.



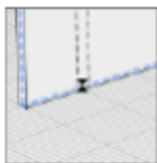
В построении также важна привязка к сетке.

Для закрепления точки объекта в узле сетки нажмем клавишу SHIFT и при появлении обозначения "точка в узле сетки" щелкнем левой кнопкой мыши.

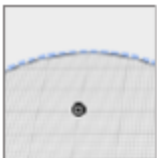


При создании и редактировании объектов в Renga работают следующие объектные привязки:

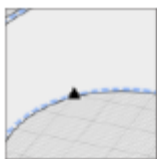
- точка на объекте:



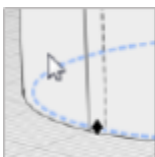
- точка центра дуги или окружности:



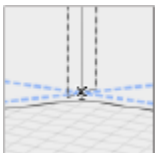
- точка середины прямой или кривой:



- точка квадранта на окружности:



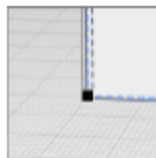
- точка пересечения 2-х и более объектов:



- точка касательной для дуги или окружности:



- точка конца объекта:



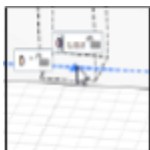
Щелчок мыши при появлении значка, обозначающего эти привязки, закрепляет объект в точке привязки.

Привязка отслеживания используется для того, чтобы построить объект на лучах:

- Через точку привязки, параллельно оси X;
- Через точку привязки, параллельно оси Y;
- На продолжении грани объекта, которой принадлежит точка привязки;
- Параллельно грани объекта, которой принадлежит точка привязки;
- Через точку привязки, перпендикулярно грани объекта.

Для вызова привязки отслеживания:

1. Задержим указатель мыши на характерной точке объекта, точка изменит цвет.



2. Указателем мыши зададим направление отслеживания.

3. Для точного расположения объекта относительно выбранной объектной привязки введем значения в динамические поля ввода.



На пересечении двух лучей отслеживания можно получить точку привязки:

1. Последовательно задержать указатель мыши в двух выбранных точках объектной привязки для вызова привязок отслеживания. В данном случае динамические поля ввода отключаются.

2. Отвести указатель мыши в место предполагаемого пересечения двух лучей, построенных из этих точек. Появится новая точка привязки.

3. Щелкнуть левой кнопкой мыши.

Выделенный объект или группу объектов можно моментально перетаскивать или редактировать с помощью инструмента Выбор объекта и характерных точек объектов.

Сочетания клавиш упрощают и ускоряют работу с приложением. Наиболее часто используемые сочетания клавиш перечислены ниже.

CTRL+Z	Отмена действий
CTRL+Y	Повтор действия
CTRL+O	Открыть проект
CTRL+S	Сохранить проект
CTRL+SHIFT+S	Сохранить проект как...
CTRL+P	Печать
F1	Открытие справки
CTRL+TAB	Переход между вкладками
CTRL+SHIFT+TAB	Переход между панелями в обратном направлении
TAB	Переход вперед по параметрам на активной панели
SHIFT+TAB	Переход назад по параметрам на активной панели
Двойной щелчок по колесу мыши	Показать всё
CTRL+R	Сокращает рабочую плоскость до границ объектов (но не менее, чем до первоначальной величины)
Вращение колесика мыши	Отдаление/приближение модели/чертежа
Удержание колесика мыши	Перемещение рабочей плоскости
Удерживание правой кнопки мыши	Вращение модели
SHIFT	Срабатывает привязка объектов к ближайшему узлу сетки

CTRL + щелчок мыши по характерной точке	Копирование объекта в пределах рабочей плоскости (чертежа)
ALT + щелчок мыши по характерной точке	Перенос объекта в пределах рабочей плоскости (чертежа)
CTRL+X	Вырезать объекты
SHIFT+DELETE	
CTRL+C	
CTRL+INSERT	Копирование объектов в буфер обмена
CTRL+V	
SHIFT+INSERT	Вставить объекты из буфера обмена

Понятия «Уровень» и «Рабочая плоскость»

«Уровень» - это инструмент, позволяющий создавать именованные горизонтальные сечения 3D-модели в пространстве на заданной пользователем высоте, и автоматически формировать 2D-виды (Уровни) в Обозревателе проекта.

Рабочая плоскость - это геометрическая плоскость, служащая для построения объектов модели и элементов чертежа. Рабочая плоскость может принадлежать уровню (горизонтальная рабочая плоскость) и чертежу (рабочая плоскость параллельна плоскости экрана монитора). Объекты, построенные на рабочей плоскости, принадлежат и зависят от уровня, на котором располагаются.

Рабочая плоскость имеет координатную сетку с ячейками размером 100 мм х 100 мм. Сетка используется для построения объектов с возможностью привязки к ней.

В Renga обозначение **«Уровень»** позволяет создавать горизонтальные плоскости, которые служат для построения на разных высотных отметках таких элементов, как стены, перекрытия, колонны, лестницы, кровли и т.д. Инструмент Уровень доступен только при работе в 3D-виде. На одной и той же высоте могут располагаться несколько уровней.

Для того, чтобы создать новый уровень:

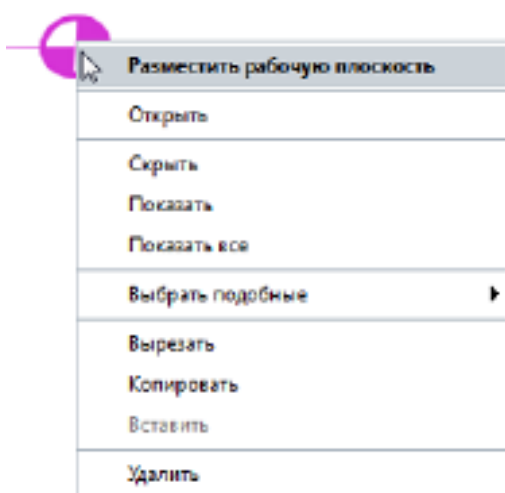
1. В инструментах выберем **Обозначения** инструмент **Уровень**.
2. Подведем указатель мыши к уровню, ближе всего к которому будет новый уровень.
3. Введем значение в динамическое поле ввода.

4. Зафиксируем положение уровня щелчком левой кнопки мыши. Затем можно продолжать построение уровней.

5. Для завершения построения уровней нажмем ESC.

В панели Свойства задается *Имя уровня*.

Имя уровня может быть изменено в процессе построения и при редактировании. По умолчанию любые объекты строятся на текущем уровне. Для того, чтобы уровень стал текущим, переместим рабочую плоскость в режиме *Выбор объекта* двойным щелчком левой кнопки мыши по обозначению уровня или выберем в контекстном меню уровня команду *Разместить рабочую плоскость*.



Свойство объектов *Уровень* позволяет построить объект на любом существующем уровне или перенести объект с уровня на уровень при редактировании.

Чтобы изменить высотную отметку уровня:

1. Выделим уровень, щелкнем левой кнопкой мыши по характерной точке уровня.

2. Зададим новое положение уровня в динамическом поле ввода.

3. Зафиксируем положение уровня щелчком левой кнопки мыши.

Чтобы скрыть (показать) объекты уровня в 3D-модели:

1. Щелкнем по обозначению уровня правой кнопкой мыши.

2. В контекстном меню выберем *Скрыть (Показать)*.

Чтобы открыть план уровня для просмотра и редактирования:

1. Откроем Обзорщик проекта.

2. Щелкнем левой кнопкой мыши по миниатюре уровня.

Или

1. Щелкнем по обозначению уровня правой кнопкой мыши в 3D-Виде.

2. В контекстном меню выберем Открыть.

3. Откроется план в новом окне.

Для того, чтобы скопировать или переместить созданный уровень, выделим его с помощью инструмента Выбор объекта.

При удалении, копировании и перемещении уровня все объекты, находящиеся на нем, удаляются, копируются и перемещаются вместе с ним.

ЛЕКЦИЯ 3. СОСТАВ И ПРИНЦИПЫ РАБОТЫ С ПРОЕКТОМ

Файл проекта содержит в себе информационную 3D модель здания и чертежи.

Структура проекта:

3D вид – основная сцена создания, редактирования модели и насыщения ее информацией;

Сборки – 3D сцена для создания группы объектов, которые размещаются в основной модели как единый объект (расположены во вкладке *«Обозреватель проекта»*);

Уровни – 2D виды горизонтальных плоскостей, заданных пользователем в модели с помощью одноименных обозначений на разных высотных отметках, содержащие объекты модели и позволяющие создавать и редактировать модель в плане (расположены во вкладке *«Обозреватель проекта»*), а также формировать чертежи планов и их фрагментов;

Разрезы, фасады – нередатируемые 2D виды, формируемые из модели с помощью одноименных обозначений; применяются в качестве самостоятельных эскизов для просмотра и печати в процессе проектирования, а также в качестве ассоциативных видов при формировании чертежей (разрезов, фасадов и узлов; расположены во вкладке *«Обозреватель проекта»*);

Спецификации – наборы данных, автоматически извлекаемых и ассоциативно связанных с моделью (расположены во вкладке *«Обозреватель проекта»*, формирование осуществляется во внутреннем табличном редакторе);

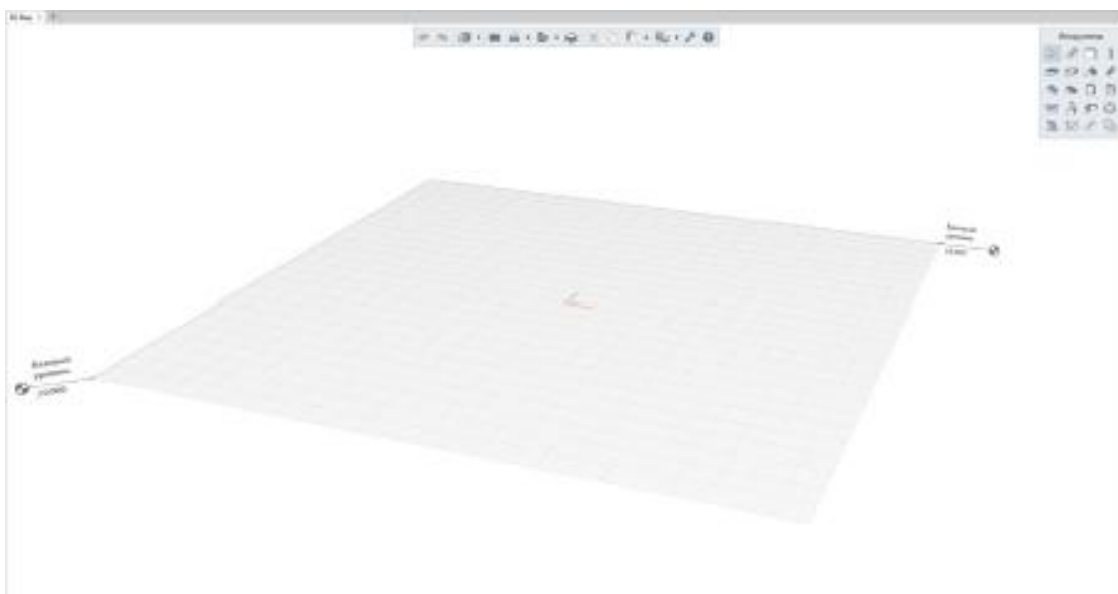
Таблицы – формируемые пользователем во внутреннем табличном редакторе наборы данных (расположены во вкладке *«Обозреватель проекта»*);

Чертежи – двухмерные документы, формируемые из извлекаемых и ассоциативно связанных (то есть автоматически обновляемых при изменениях) с моделью видов уровней, разрезов, фасадов, сборок, объектов, таблиц и спецификаций во внутреннем графическом редакторе (расположены во вкладке *«Обозреватель проекта»*, входят в состав единого файла проекта).

В проекте работа с отдельными уровнями, разрезами, фасадами, сборками, чертежами, таблицами и спецификациями происходит в отдельных вкладках. Данные вкладки всегда открываются в главном окне приложения и расположены друг за другом на панели вкладок в *Обозревателе проекта*. Их можно выстроить в любом удобном порядке или сгруппировать для одновременного отображения

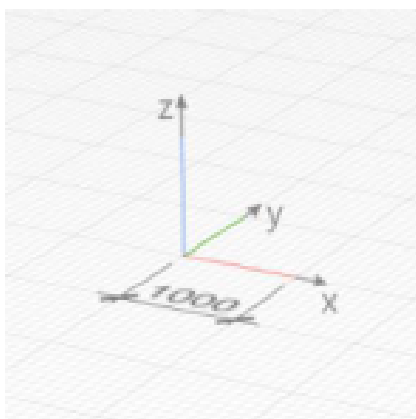
(подробнее см. раздел *Справки* «Вкладки и окна»). Каждая вкладка имеет свою собственную историю действий, это позволяет отменить действие или вернуть отмененное действие для каждой вкладки отдельно. Справа от последней вкладки располагается кнопка «Открыть Обзорщик проекта».

При создании нового или открытии существующего проекта осуществляется переход в пространство 3D вида модели.



Существует несколько правил, которые нужно помнить при построении модели:

- при закрытии 3D вида (значок рядом с названием вкладки «3D Вид») закроется весь проект;
- размеры, которые задаются при моделировании здания, соответствуют его размерам в натуральную величину.
- в системе расположение координационных осей правостороннее;



- существует несколько вариантов подтверждения внесенных изменений: в общем случае подтверждения не требуется, в частных – требуется движение

мышью или нажатие клавиши *Enter* (при подтверждении завершения построения многоконтурных объектов, таких как *Перекрытие* или *Крыша*), для подтверждения определения положения объекта в выбранной точке – щелчок левой кнопки мыши.

Навигация в модели очень проста и осуществляется с помощью обычной мыши:

- масштабирование модели осуществляется вращением колесика мыши;
- вращение – движением мыши, удерживая ее правую кнопку;
- передвижение по модели – удержанием колесика мыши;
- позиционирование в исходное положение и просмотр всей модели – двойным нажатием по колесику мыши.

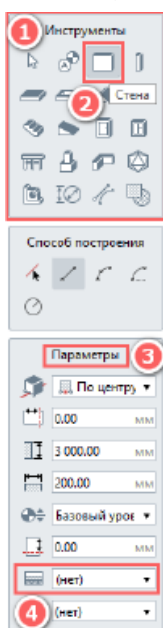
Дополнительно для навигации можно использовать клавиши со стрелками на клавиатуре.

При масштабировании установлена разная скорость: скорость «по умолчанию» и более быстрая скорость масштабирования – при наведении указателя мыши на конкретный объект или уровень в модели.

В верхней части окна проекта расположена **Основная панель**.



Создание и редактирование модели осуществляется с помощью набора инструментов (п.1):



Названия инструментов соответствуют типам элементов, из которых формируется модель (п. 2 на рисунке).

У каждого инструмента есть свой набор способов построения и параметров (п. 3 на рисунке) (становится видимым при выборе инструмента щелчком левой кнопки мыши).

Параметры, введенные пользователем, применяются автоматически и не требуют команд подтверждения.

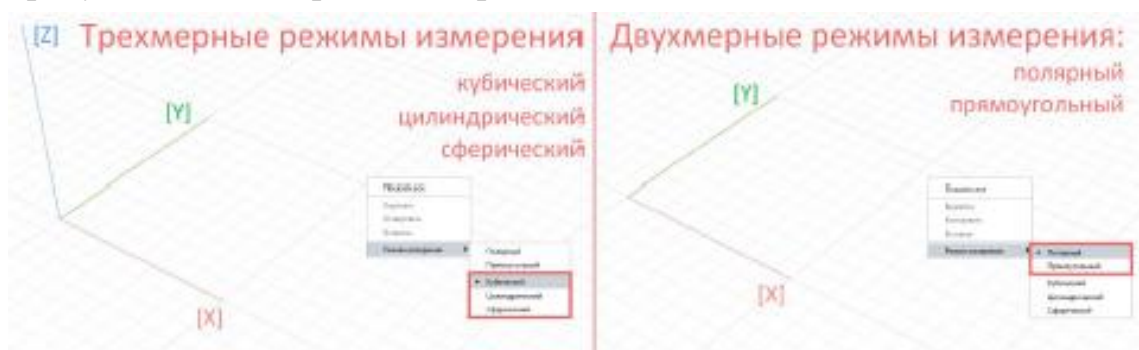
Активным может быть только один инструмент.

Окончание работы с инструментом реализуется нажатием клавиши *Escape*.

Некоторые из этих параметров требуют предварительной настройки стилей. Стили мы можем найти и настроить в параметрах объекта (п. 4 на рисунке) или на основной панели (п. 5 на рисунке: основная панель – *Управление стилями*).

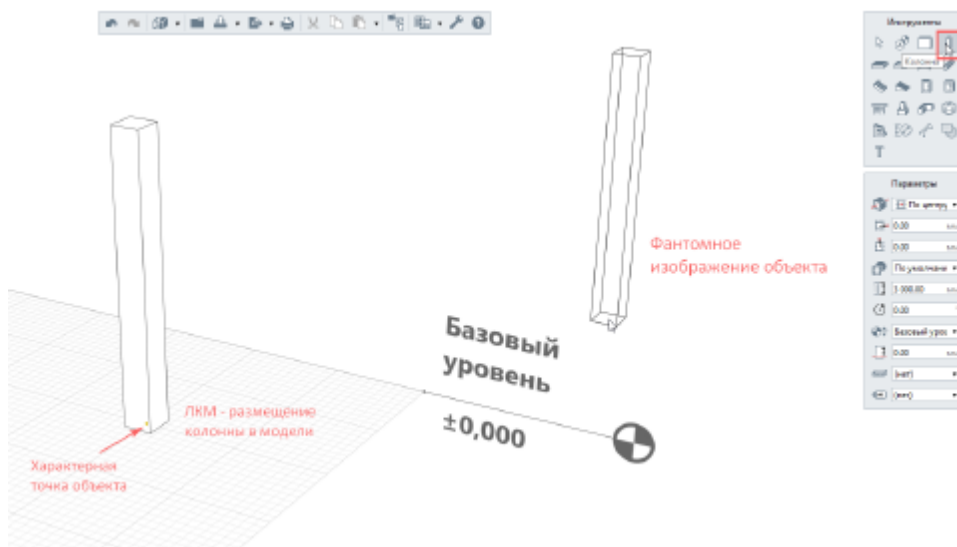
Работа со стилями ведется в отдельном диалоговом окне. Важно помнить, что при закрытии данного диалогового окна все изменения вступят в силу (при нажатии кнопки *Ок*) или не будут применены (при нажатии кнопки *Отмена*) для всех объектов в модели, которым назначены измененные или удаленные стили. Если навести и на несколько секунд задержать указатель мыши на любом из инструментов – появится подсказка с наименованием инструмента.

Построение объекта модели может вестись в двухмерном (полярный, прямоугольный режимы измерения) или трехмерном измерении (кубический, цилиндрический, сферический режимы измерения). Для переключения режима измерения перед началом или в процессе построения объекта щелчком правой кнопки мыши нужно вызвать контекстное меню и из пункта «Режимы измерения» выбрать требуемый, подтвердив выбор щелчком левой кнопки мыши.



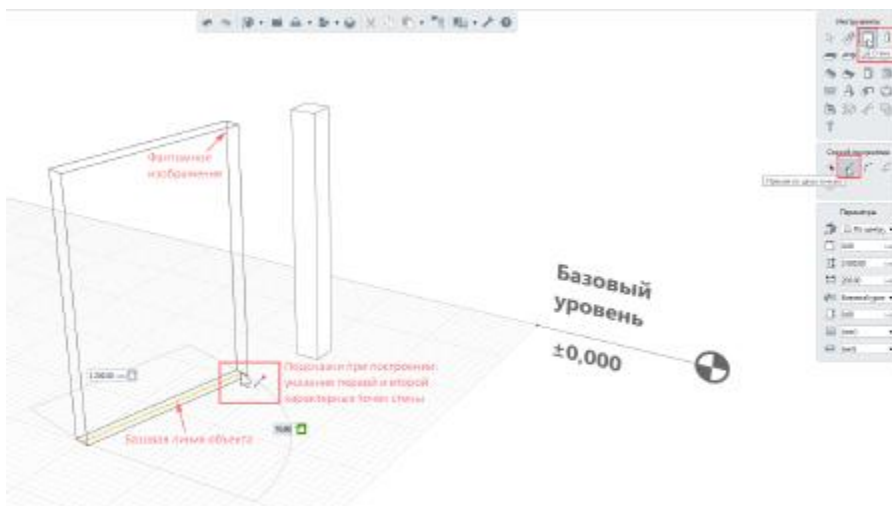
Формирование модели производится из объектов. Рассмотрим принципы добавления объектов – имеющих одну точку вставки и многоконтурных – в модель.

Выберем инструмент *Колонна*. При определении размещения объекта в модели мы видим так называемое «Фантомное изображение объекта» – контурное отображение, которое дает представление о том, как будет выглядеть объект при размещении его в модели. Как видим, колонна имеет одну характерную точку. Работа с характерными точками является основным инструментом изменения геометрии и расположения объекта в модели, а также взаимного сопряжения объектов.

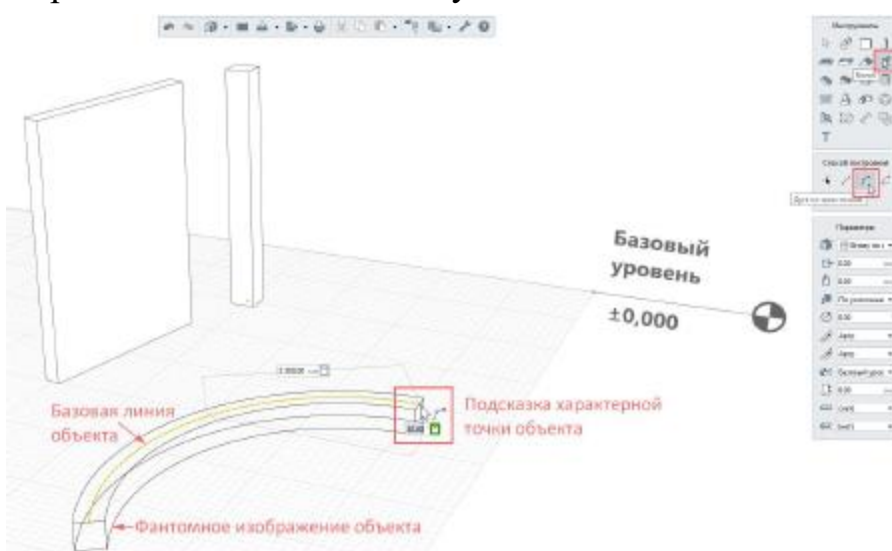


Выберем инструмент *Стена*. При размещении данного типа объекта в модели требуется указать и зафиксировать нажатием левой кнопки мыши две формирующих его характерных точки (на что указывают подсказки возле указателя мыши). Две характерных точки указываются при соответствующем способе построения стены «*Прямая по двум точкам*».

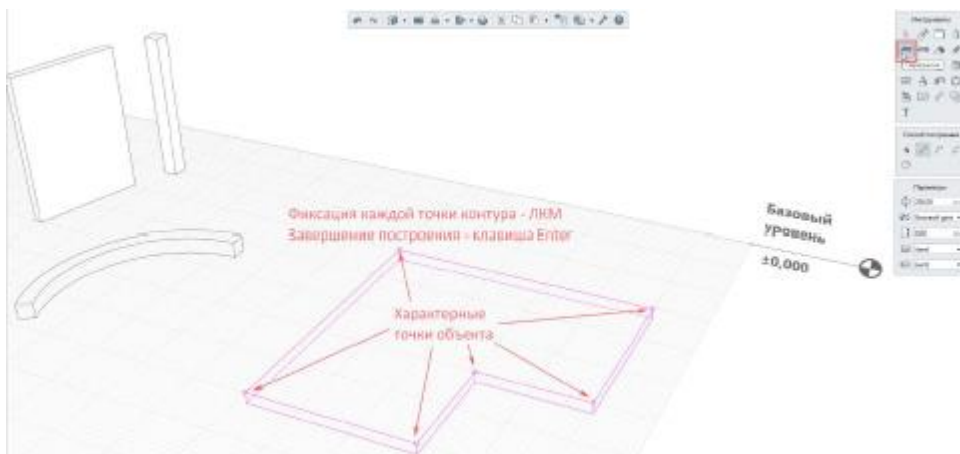
При выборе другого способа построения – количество характерных точек поменяется, что будет отображено в подсказке возле указателя мыши. При построении мы видим отображение базовой линии объекта – линии, относительно которой регулируется расположение объекта на плоскости.



Выберем инструмент *Балка* и способ построения «Дуга по трем точкам». Укажем расположение трех характерных точек на плоскости базового уровня модели. Обратим внимание на базовую линию балки.

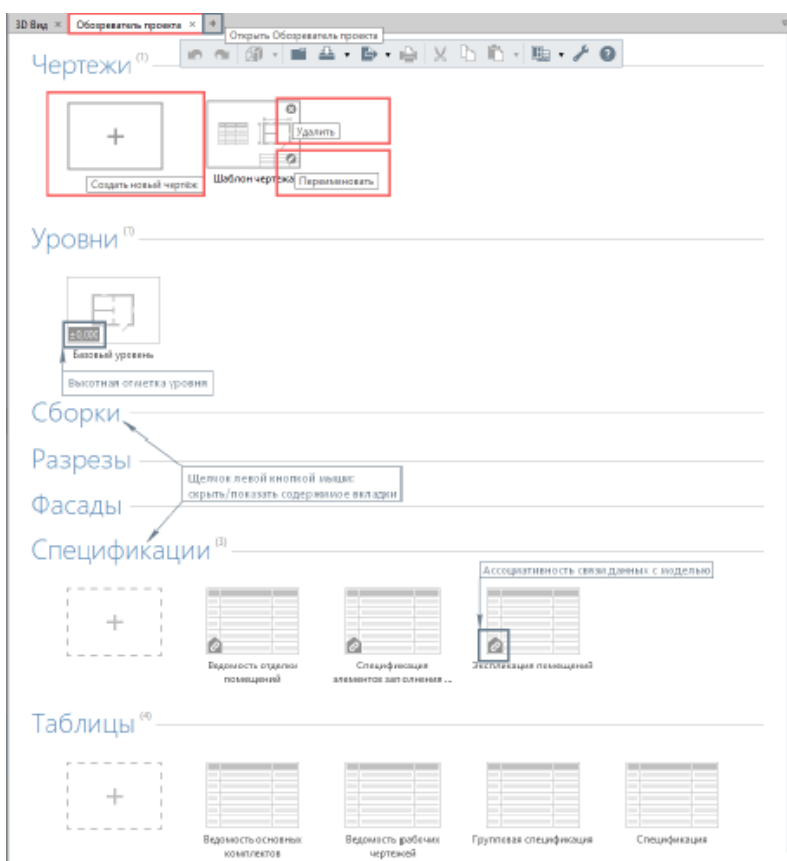


Выберем инструмент *Перекрывание* и построим многоконтурный объект. Количество характерных точек задается пользователем в зависимости от необходимой конфигурации и формы объекта. При построении для создания новой точки контура нужно подтвердить ее создание нажатием левой кнопки мыши. Завершение построения многоконтурного объекта подтверждается нажатием клавиши *Enter*.



По тому же принципу задаются характерные точки и других многоконтурных объектов, таких как проем или крыша.

Общий вид и вид вкладок обозревателя проекта приведены на рисунке ниже.



Визуальный стиль модели или отдельного объекта может быть представлен в каркасном, монохромном и цветном режиме. Визуальный стиль модели по умолчанию является монохромным и настраивается на основной панели.



Визуальный стиль *Каркас* применяется для отображения объектов модели контурными габаритными линиями, что позволяет видеть внутреннюю часть здания и армирование конструкций.

Монохромный визуальный стиль отображает все объекты (их контурные габаритные линии и поверхности) в черно-белом цвете.

Цветной визуальный стиль позволяет видеть все объекты с отображением цветов, настроенных в примененных к объектам стилях материалов. Если объектам не назначены материалы, отображение осуществляется в предустановленных для каждого типа объекта цветах.

Визуальный стиль также может быть назначен отдельному объекту или группе объектов (настройте визуальный стиль объекта, применив команду «*Визуальный стиль*» контекстного меню, которое вызывается щелчком правой кнопкой мыши по одному из выбранных объектов). Изменение визуального стиля отдельного объекта или группы применяется для того, чтобы «заглянуть» внутрь здания или отобразить армирование только нужного элемента.

При выборе для объекта или группы объектов из контекстного меню варианта «*По умолчанию*» объект отображается в том визуальном стиле, который задан на панели системных команд для всей модели (восстановите значение «*По умолчанию*» для объектов, которым был перенастроен визуальный стиль).

ЛЕКЦИЯ 4. МОДЕЛИРОВАНИЕ В СИСТЕМЕ Renga

В программе **Renga** возможно осуществлять проектирование зданий и сооружений различного назначения, масштаба и конструктивного исполнения, любой стадийности.

Организовать процесс проектирования зданий и сооружений в Renga возможно совместно с конструкторами и инженерами по внутренним сетям, впоследствии возможно включить цифровую информационную модель спроектированного здания или сооружения в консолидированную информационную модель объекта строительства.

Расчеты, которые требуются архитектору в процессе проектирования, должны производиться в отдельных специализированных программах (при наличии такой возможности, с использованием API и формата IFC). При этом возможно использовать данные ЦИМ (подробнее об информации в модели см. лекцию 1), например, выгруженные в табличный машиночитаемый формат CSV. Также возможно настраивать выражения для свойств числовых типов данных с использованием формул и получением значений вычислений для объектов ЦИМ непосредственно внутри Renga.

Каталоги объектов, стилей, систем для применения архитектором можно скачать из одноименного раздела сайта.

Оформление спецификаций, ведомостей и чертежей производится в Renga на основе ЦИМ.

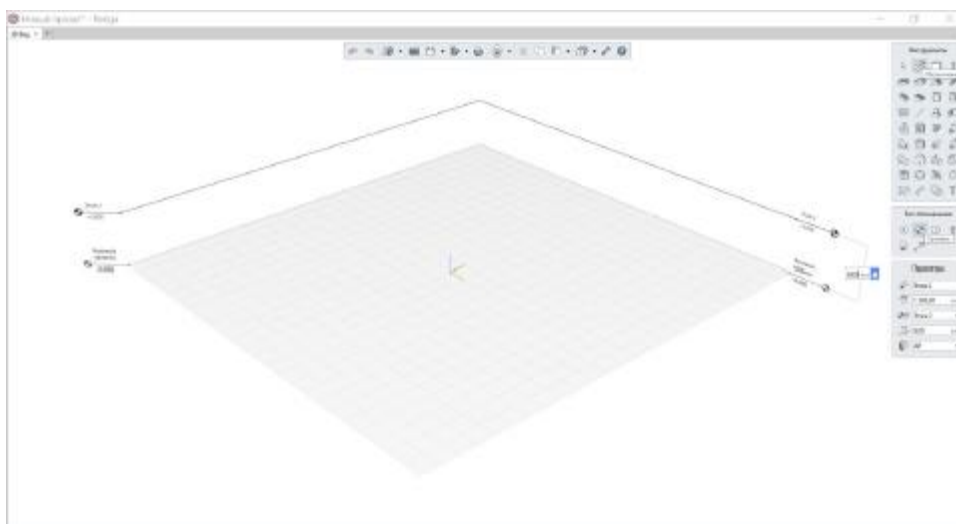
Максимально наглядную визуализацию и рендер трехмерной модели следует производить в специальных программных комплексах, передавая готовую модель в подходящем для определенного ПО формате.

Объекты цифровой информационной модели располагаются на уровнях. Предназначение уровней – разбивка здания или сооружения по этажам или высотным отметкам. Рекомендуется совмещать нулевую отметку здания или сооружения с координатой высоты $Z=0$.

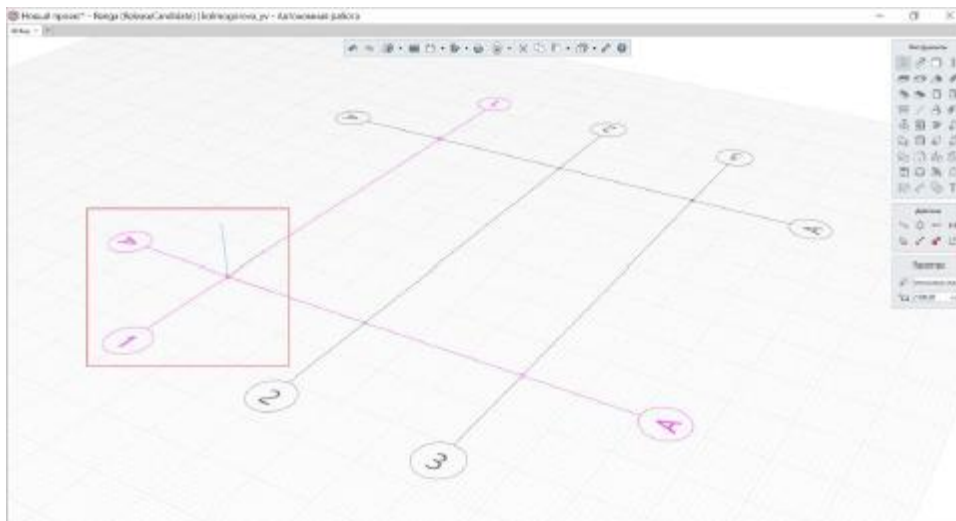
Программа не предусматривает связанность уровней между собой (например, для создания повторяющихся типовых этажей). Тиражирование уровней производится их копированием.

Для осевой разметки будущего здания или сооружения предназначен специальный инструмент из группы обозначений «Ось».

Оси в модели располагаются только в плоскости XOY активного уровня (того уровня, где размещена в данный момент рабочая плоскость). При размещении рабочей плоскости на другом уровне оси, также как обозначения разрезов и фасадов, будут перемещены на активный уровень.



Основная рекомендация при размещении осей – совмещение пересечения начальных осей А-1 с началом координат цифровой информационной модели.

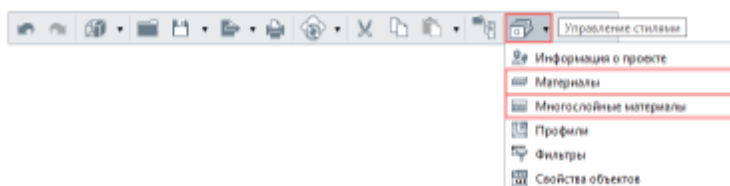


Пересечение осей следует производить с помощью совмещения их характерных точек, относительно которых может настраиваться параметр «Длина выпуска оси» – отдельно для отображения в модели и на чертеже (при оформлении чертежей обозначение осей из модели возможно автоматически перенести на вид, расположенный на чертеже).

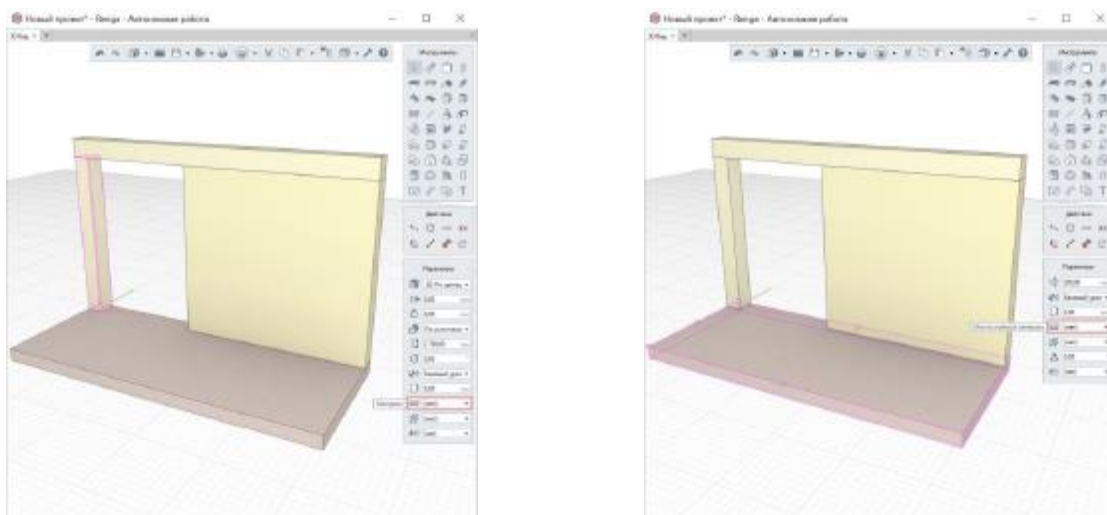
Тиражирование осей может производиться с помощью подходящих проектно-му случаю команд, расположенных на панели «Действия», для одной или не-

скольких выбранных осей (например, наиболее часто применяемой команды «Копировать по направлению» с заданным шагом). Значение параметру «Обозначение оси» задает пользователь.

Renga позволяет проектировать каменные, в том числе кирпичные, бетонные и железобетонные (из монолитных и сборных конструкций), металлокаркасные, ограждаемые сэндвич-панелями, деревянные и другие здания и сооружения. Для того чтобы создать или отредактировать материал, предусмотрены редакторы материалов и многослойных материалов.



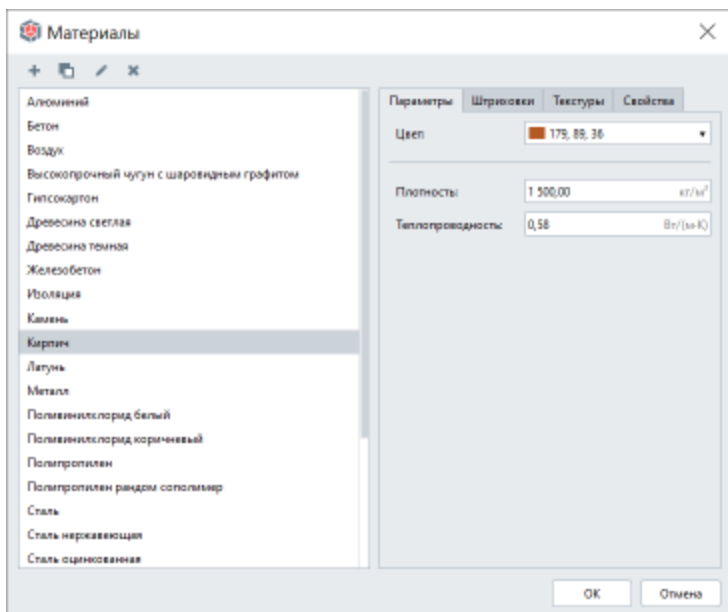
Материалы настраиваются для применения к однослойным конструкциям (типа «Балка», «Колонна», «Столбчатый фундамент», «Ленточный фундамент», «Лестница», «Пандус») и для применения в составе многослойных материалов (для применения к объектам типа «Стена», «Перекрытие», «Крыша»). Материалы могут быть назначены стилю конструкции окна, полотна двери, арматурного стержня, объектов инженерных систем. Также для некоторых типов объектов, например – в стиле элемента, может быть назначен список материалов.



У материала настраиваются параметры, штриховки, текстуры и пользовательские свойства.

Основным важным параметром материала является «Плотность», исходя из которого – с учетом геометрических размеров, то есть объема, объекта (или груп-

пы объектов в сборке) – автоматически высчитывается его масса (хранится в одноименной расчетной характеристике объекта).

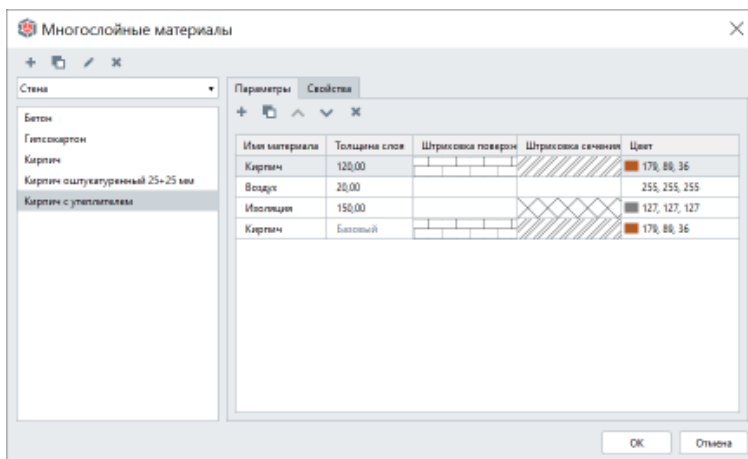


Цвет материалу возможно задать стандартный или определив с экрана (например, применив цвет из каталога цветов RAL).

Штриховку (отображаемую в модели, на плоском виде и на виде чертежа в режиме «Авто») можно определить для поверхности и для сечения объектов из стандартного набора или загруженную пользователем. Загрузка пользовательской штриховки в формате *.pat предварительно осуществляется в редакторе, доступ к которому осуществляется с основной панели «Управление стилями – Оформление – Штриховки».

Текстуры загружаются в формате *.png, *.jpg, *.jpeg (рекомендуется применять бесшовные штриховки). При необходимости через эту опцию может быть загружено изображение. Для корректного расположения текстуры на поверхности объекта может быть задано нужное смещение и масштаб.

Набор свойств материалов настраивается пользователем и может быть использован для создания спецификаций, оформления чертежей, а также для передачи ЦИМ для осмечивания, расчетов, строительства и т.д.

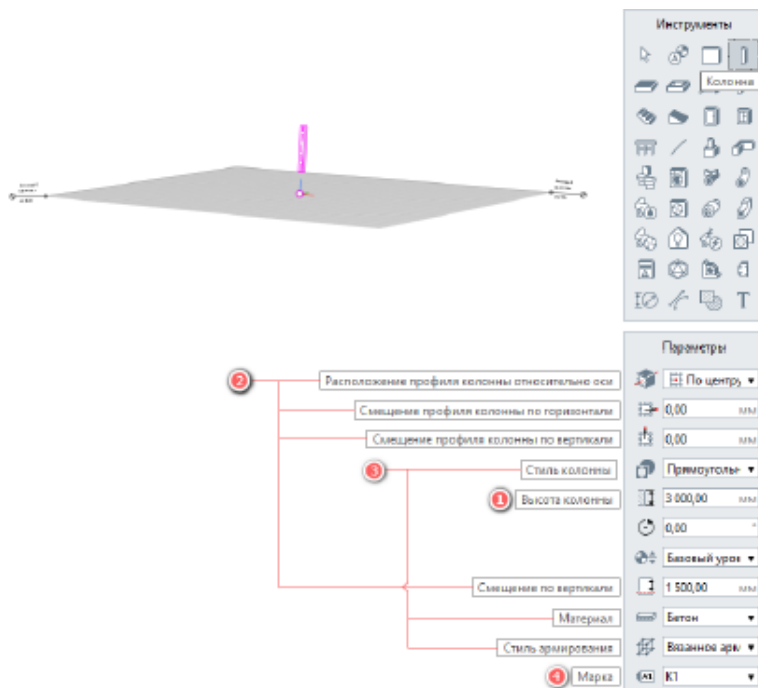


При создании многослойного материала следует учитывать основные особенности его дальнейшего использования:

- при необходимости создать объект типа «Стена», «Перекрытие» или «Крыша» из одного материала (например, из бетона), следует создать многослойный материал, состоящий из одного материала;
- толщина базового слоя будет равна толщине того объекта, которому назначается стиль, за вычетом толщин других слоев, значение которых задается пользователем в многослойном материале;
- при необходимости армирования несущего слоя многослойной конструкции (например, для усиления бетонного, кирпичного или каменного несущего слоя) требуется определять этот слой базовым (так как автоматизированное параметрическое армирование применяется именно к базовому слою);
- порядок слоев можно менять (как внутри редактора с помощью команд «Переместить слой выше или ниже», так и перевернув весь объект в модели с помощью команды контекстного меню «Перевернуть» – в зависимости от конкретной проектной ситуации).

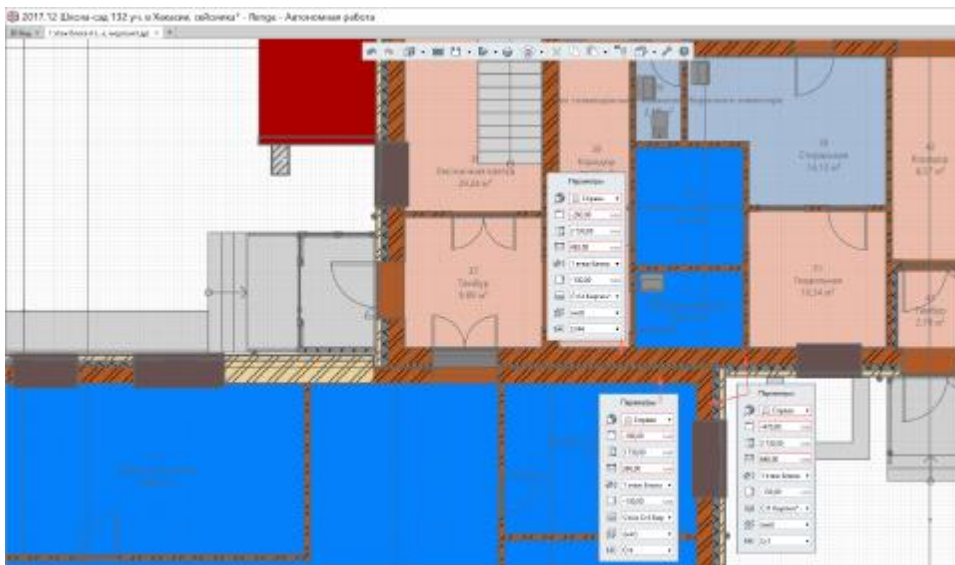
Способы отображения модели с видимостью настроенных цветов, штриховок, текстур рассмотрены с помощью смены визуальных стилей для всей модели или нескольких выбранных объектов.

Несущие и ограждающие конструкции здания или сооружения в программе Renga моделируются с помощью инструментов, обозначенных именами объектов предметной области, для которых задаются параметры – в том числе параметры, определяемые стилем.



Такие параметры как «Высота», «Толщина», «Глубина» определяют геометрические размеры объекта, наравне с задаваемыми в пространстве 3D вида длиной объекта или каждой его грани.

Параметры «Расположение относительно оси», «Расположение относительно базовой линии», «Смещение по горизонтали», «Смещение по вертикали» задают смещение объекта относительно его базовой линии и характерных точек. Такой способ определения положения объекта отличается от задания положения объекта с помощью координат по X, Y, Z, при котором базовая линия и характерные точки изменяют положение по X, Y или высоту по оси Z относительно уровня вместе с объектом. Также и при изменении этих параметров для перемещения объекта в новое положение: базовая линия и характерные точки объекта остаются на прежнем месте размещения – в этом отличие от перемещения объекта с помощью команды на панели действий или горячей клавиши **Alt**, при котором перемещение происходит вместе с базовой линией и характерными точками объекта.



Эти параметры позволяют достичь нужного сопряжения объектов и помещения их в проектное положение. Например, для корректного сопряжения несущих кирпичных слоев стен разной толщины (с учетом других слоев, пример приведен для стен разных блоков здания, разделенных антисейсмическим швом) потребуется задать различные значения смещения стен по горизонтали.

Для каждого типа объекта существуют собственные параметры, определяющие применяемые к объекту стили.

Параметр «Марка» необходим не только на этапе создания ЦИМ, но и на этапах оформления спецификаций и чертежей.

Важно отметить, что при построении объектов модели требуется соблюдать абсолютную математическую точность – с точки зрения качества проекта это позволит избежать некорректного сопряжения конструкций и достичь точного подсчета данных в спецификациях, с точки зрения удобства работы – не снизит производительность работы с ЦИМ из-за отсутствия необходимости дополнительных математических вычислений.

Одновременно с созданием геометрического представления цифровой информационной модели рекомендуется производить ее информационное наполнение.

При необходимости конструкции здания могут быть смоделированы с помощью таких инструментов как «Сборка» (например, ферма), «Элемент» (например, подпорная стена с контрфорсами); смоделированы типом объекта не по прямому назначению (например, свая может быть смоделирована инструментом «Колонна» в сборке). В этом случае потребуется информационное переопределение

типа объекта (при экспорте в формат IFC с помощью специального свойства; для верного специфицирования в проекте – возможно применять то же специальное свойство, или дополнительное пользовательское свойство, например «*Тип объекта*» или «*Категория объекта*»).

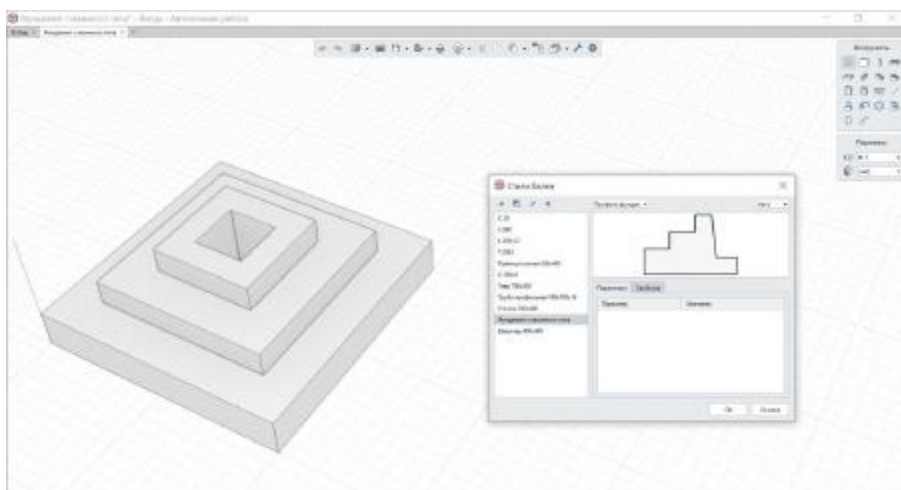
Посадка ЦИМ здания или сооружения на местности, как правило, ведется в специализированном программном обеспечении, координация моделей местности и здания производится в среде общих данных.

При отсутствии возможности использовать специальные инструменты можно воспользоваться возможностью импорта в проект Renga трехмерных моделей в одном из нативных форматов.

Уровень земли возможно показать инструментом «Линия модели»² с сохранением точных координат высоты и возможностью последующего переноса на чертеж.

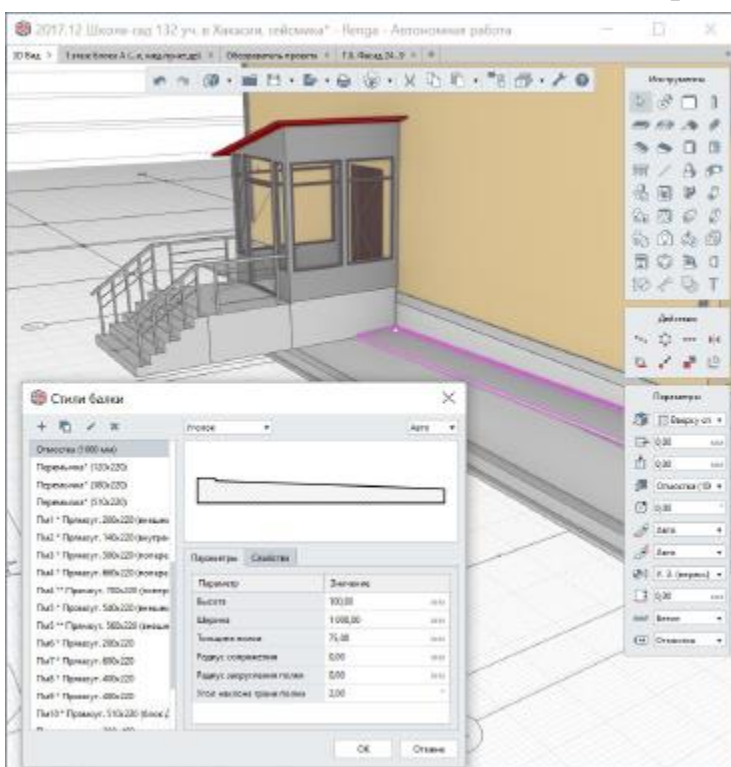
Для моделирования фундаментов в Renga предусмотрено 2 специальных инструмента: «*Столбчатый фундамент*» и «*Ленточный фундамент*». При необходимости создания плитного фундамента используется инструмент «*Перекрытие*».

Для размещения в ЦИМ сборных, свайных и уникальной формы фундаментов рекомендуется применять инструмент «*Сборка*» и внутри сборки применять подходящие для создания формы фундамента инструменты («*Колонна*», «*Балка*», в том числе с применением возможностей редактора «*Профили*», «*Перекрытие*»). На изображении приведен пример фундамента стаканного типа, выполненного в сборке с помощью инструмента «*Балка*» с формой сечения, созданной с помощью редактора «*Профили*».



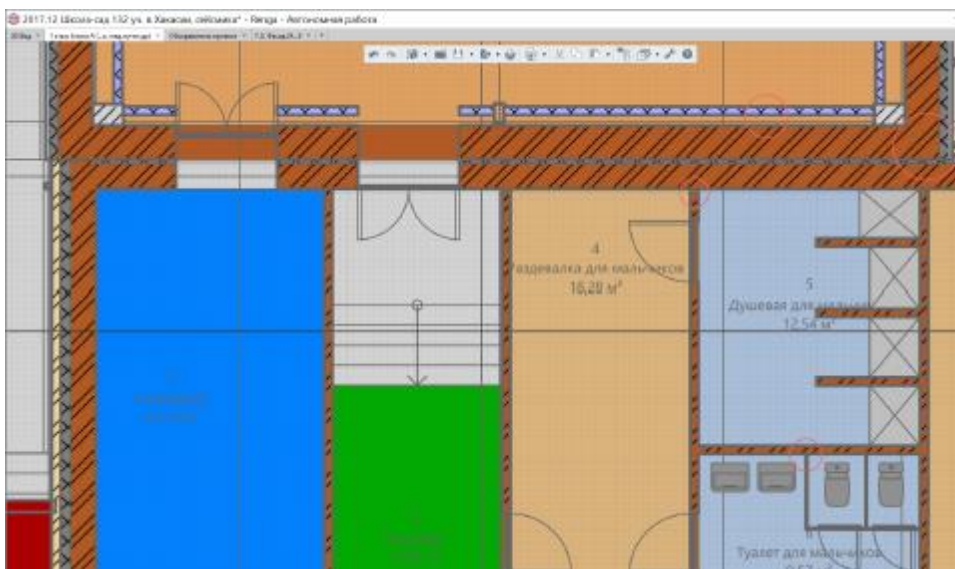
При необходимости моделирования отверстий в фундаментах для проведения коммуникаций, моделирования монолитных участков между сборными фундаментами, рекомендуется применять инструменты «Перекрытие» или «Стена» (при этом отверстия моделировать в перекрытии с помощью инструмента «Проем», в стене – «Окно» или «Дверь» без заполнения окна или двери, то есть без применения стиля окна или стиля двери).

Для моделирования отсыпки рекомендуется применять инструмент «Балка» с пользовательским сечением, созданном в редакторе «Профили».



Для моделирования стен и перегородок в Renga предусмотрен специальный инструмент «Стена». Стены могут быть однослойными или многослойными. Параметрическое армирование применяется для базового слоя стены.

Как и при построении любого объекта, важно соблюдать точные привязки и сопряжение базовых линий стен (например, доводить базовые линии несущих стен до точного совпадения в одной точке для сопряжения базовых слоев несущих стен; доводить базовую линию перегородки до грани несущей стены, а не до ее базовой линии, чтобы разграничить несущие стены и перегородки).



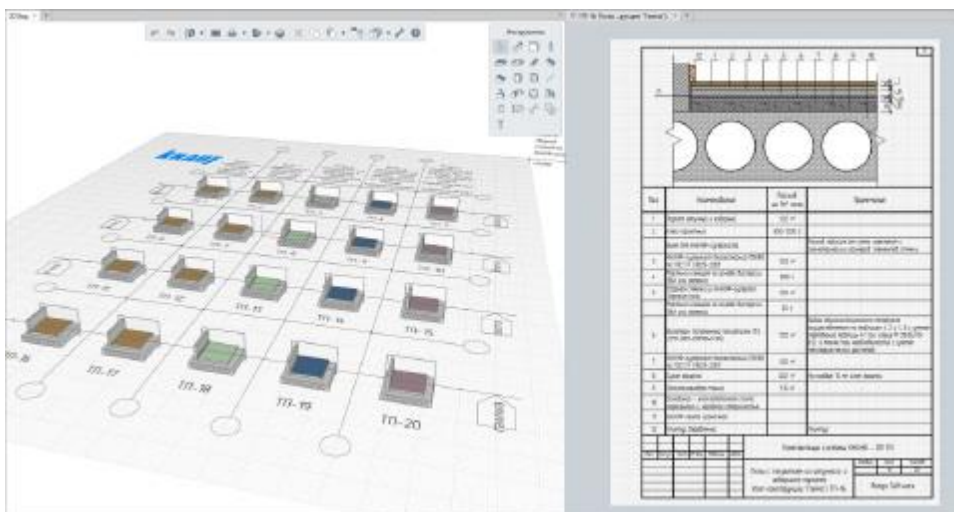
При проектной необходимости и принятии соответствующего решения проектировщиком, несколько слоев стены могут быть созданы разными стенами (например, навесной вентилируемый фасад может быть отделен от несущей стены).

Стены из штучного материала – кирпича, блоков, фасадных панелей – рекомендуется моделировать одной стеной. Для визуализации применять соответствующие штриховки и текстуры материала в требуемом масштабе или инструмент «*Линия модели*». Для подсчета материала для стены применять возможность задавать выражения для свойств и использовать в них автоматически высчитываемую расчетную характеристику объема стены.

При решении моделировать стены из отдельных панелей или блоков, рекомендуется отдельный однотипный блок моделировать в сборке и затем размещать в модели – такой способ значительно снизит потерю производительности по сравнению с моделированием однотипных блоков отдельными стенами в модели.

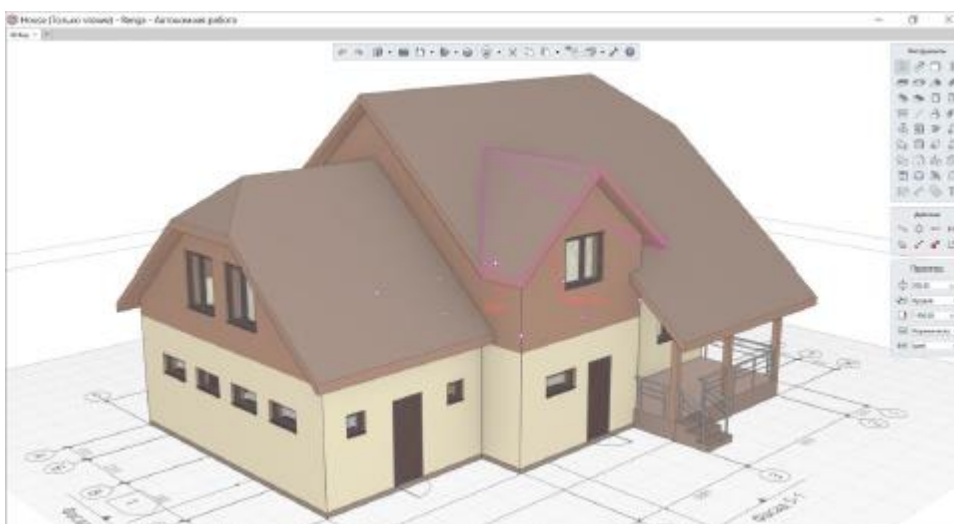
Стены во вкладке «*3D Вид*» моделируются строго вертикально от плоскости ХОУ. Для моделирования наклонных стен применяется инструмент «*Стена*» в сборке. Сборка размещается в модели с помощью задания значений углов Эйлера.

Перекрытия в Renga моделируются специальным инструментом «*Перекрытие*». Являются многоконтурными объектами (возможно добавлять вершины и изменять вид граней), имеют многослойный материал. Моделирование сборных перекрытий рекомендуется осуществлять в сборке.



Полы выполняются инструментом «*Перекрытие*» между стенами внутри помещений, сверху основного перекрытия. Возможно применять цветовую индикацию помещений и типов полов, настраивая цвет материала в многослойном материале. Полы с уклоном рекомендуется выполнять инструментом «*Крыша*».

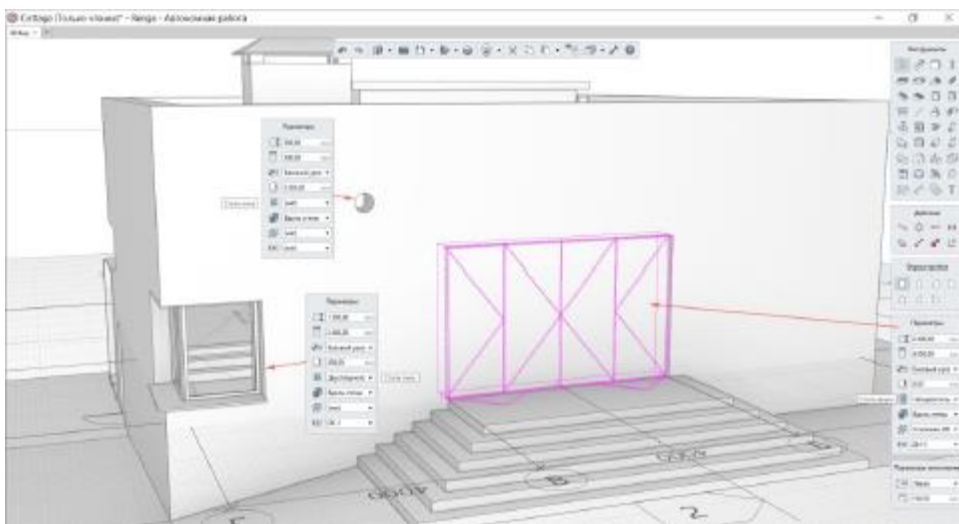
Для моделирования односкатных, двускатных, вальмовых, плоских с разуклонкой и других видов крыш в Renga предназначен инструмент «*Крыша*». При работе с инструментом «*Крыша*» важно правильно применять значения параметра «*Тип сегмента*»: «*Скат*» или «*Фронтон*».



Редактирование параметров каждого отдельного сегмента крыши, таких как «*Угол наклона ската*», «*Уровень ската*» и «*Свес*», возможно осуществить при выборе середины сегмента. После редактирования нужного параметра, середину сегмента следует вернуть в прежнее положение (если не требуется иное). Редактирование параметров крыши, таких как «*Толщина*», «*Многослойный материал*» и других, осуществляется при выборе размещенной в модели крыши.

Для корректной подрезки крышей других конструкций, например стен, подрезаемый объект должен целиком попадать под контур крыши.

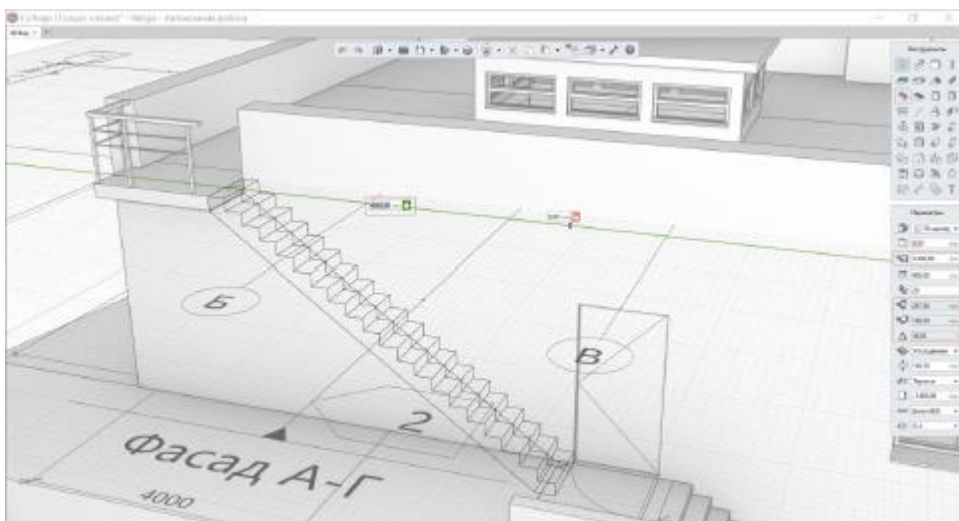
Окна и двери моделируются только в стенах с помощью специальных инструментов «Окно» и «Дверь». Заполнение оконных и дверных проемов определяет «Стиль окна» и «Стиль двери». Стиль окна и двери подстраивается под размеры конкретного объекта в модели, поэтому внутри стиля настройки импостов и створок происходят в процентном соотношении.



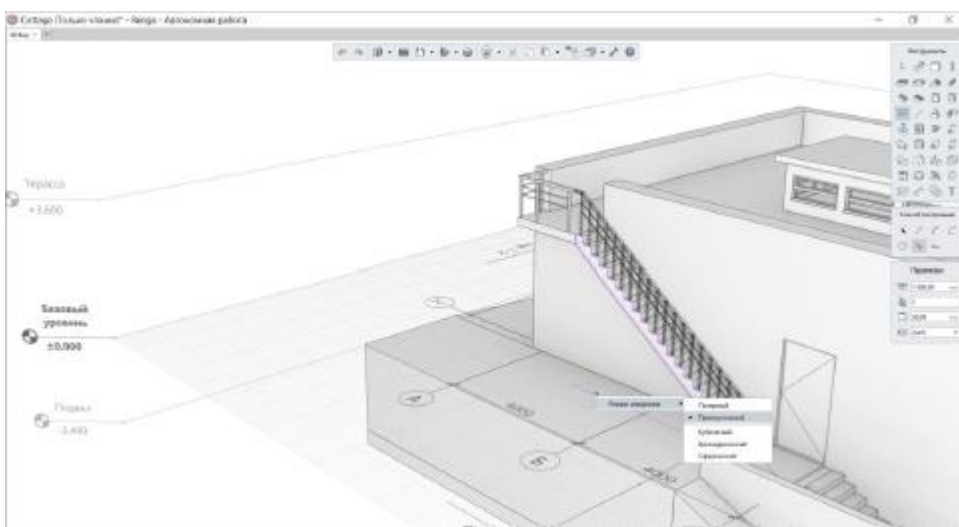
При необходимости моделирования проема или отверстия в стене (в том числе под коммуникации) применяются те же инструменты «Дверь» или «Окно» с необходимой формой проема или отверстия и с присвоением значения параметра «Стиль двери» или «Стиль окна»: «нет» (то есть без заполнения).

Отверстия и углубления в перекрытиях и крышах моделируются специальным инструментом «Проем». Основное правило при построении проема состоит в том, что проем обязательно должен пересекать или прорезать перекрытие или крышу.

Лестницы в Renga моделируются с помощью специального инструмента «Лестница». Ширина проступи, высота подступенка и угол наклона лестницы определяются автоматически из заданной пользователем в параметрах лестницы высоты, количества ступеней и заданной в пространстве модели длины лестницы.



Ограждение «По подобию» лестницы с помощью специального инструмента «Ограждение» строится в одном из двухмерных режимов измерения (полярном или прямоугольном). При этом рабочая плоскость должна быть размещена на том уровне, на котором находится лестница (те же принципы действуют при размещении ограждения по подобию пандуса).



Для моделирования пандусов предназначен специальный инструмент «Пандус».

Крыльца могут быть смоделированы инструментами «Перекрытие» и «Лестница».

Козырьки могут быть смоделированы инструментом «Крыша» или инструментом «Балка» подходящего сечения.

ЛЕКЦИЯ 5. КОНСТРУИРОВАНИЕ В СИСТЕМЕ Renga

Renga предоставляет инженеру-конструктору зданий и сооружений инструменты для автоматизированного проектирования монолитных и сборных железобетонных конструкций, металлоконструкций и др.

Организовать процесс проектирования зданий и сооружений в Renga возможно совместно с архитекторами и инженерами по внутренним сетям, впоследствии возможно включить цифровую информационную модель спроектированного здания или сооружения в консолидированную информационную модель объекта строительства.

Расчеты, которые требуются конструктору в процессе проектирования, должны производиться в отдельных специализированных программах (при наличии такой возможности, с использованием API и формата IFC. При этом возможно использовать данные ЦИМ, например, выгруженные в табличный машиночитаемый формат CSV. Или настраивать выражения для свойств числовых типов данных с использованием формул и получением значений вычислений для объектов ЦИМ непосредственно внутри Renga.

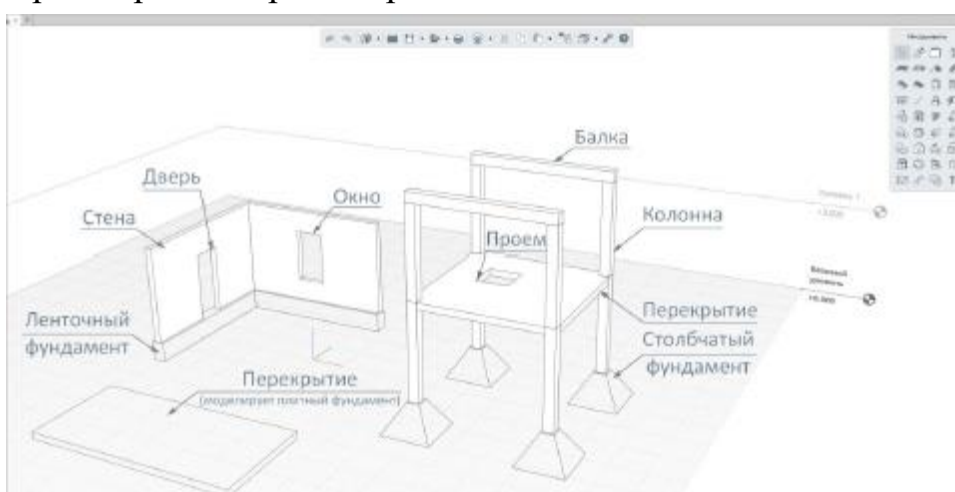
Программа Renga позволяет проектировать монолитные железобетонные конструкции здания или сооружения по технологии информационного моделирования и оформлять проектную документацию марки «КЖ» на основе модели. Материалы конструкциям и арматурным стержням создаются с помощью редакторов «*Материалы*» и «*Многослойные материалы*». Каждый стиль, применяемый в армировании, может содержать набор настраиваемых пользователем свойств.

Несущие и самонесущие конструкции здания или сооружения моделируются в Renga инструментами, обозначенными именами объектов предметной области и обладающими соответствующими параметрами.

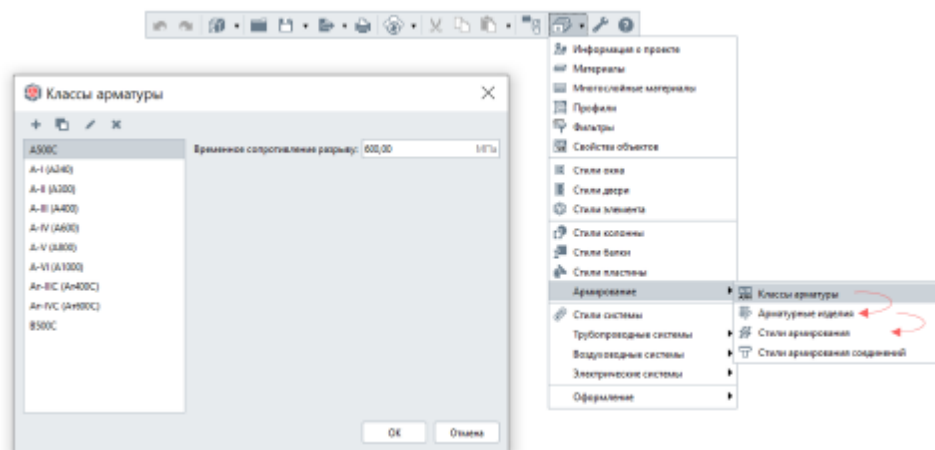
Основные рекомендации по работе с инструментами, наиболее часто необходимыми конструктору – такими как «*Балка*», «*Колонна*», «*Ленточный фундамент*», «*Столбчатый фундамент*», «*Стена*», «*Перекрытие*», «*Лестница*», «*Пандус*», «*Ограждение*» – приведены в лекции 4.

Формы сечений балок, колонн и пластин (которые могут понадобиться при моделировании закладных изделий) определяются соответствующими стилями (в том числе созданными с применением редактора «*Профили*»).

Монолитные железобетонные конструкции сложной и уникальной формы могут быть созданы набором подходящих инструментов в сборке с учетом правил подрезки и отсечения объемов различными типами объектов в программе. Затем необходимо скопировать сборку в новый проект в пространство 3D вида и произвести экспорт в один из твердотельных форматов. Следующим шагом будет импорт в ЦИМ здания или сооружения трехмерной модели уникальной конструкции в твердотельном формате в качестве типа объекта «Элемент». Если планируется изменение габаритов уникальной конструкции, то рекомендуется сохранить ее оригинал, собранный в сборке для того, чтобы возможно было внести изменения и повторить процесс «реимпорта» объекта.



Относительно армирования конструкций необходимо помнить, что при создании стиля арматурного изделия (которым может быть арматурный стержень – применяемый во всех случаях армирования в программе, каркас или сетка – применяемые при автоматизированном армировании) происходит выбор ранее созданного стиля класса арматуры.

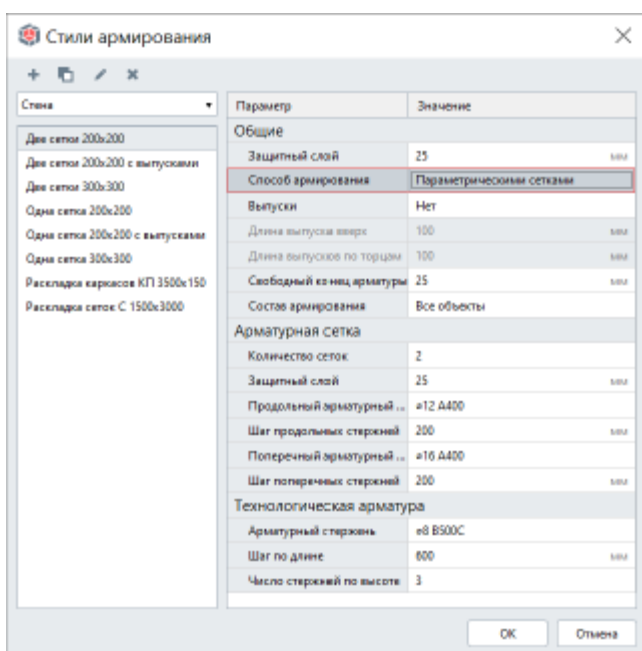


В программе Renga существует два способа армирования конструкций:

- автоматизированное;
- армирование отдельными стержнями.

Два указанных способа армирования включают в себя следующие виды армирования:

- **параметрическое армирование** (параметр стиля «Способ армирования» – «*Параметрическими сетками*» или «*Параметрическими каркасами*») – вид автоматизированного армирования, при котором производится автоматическая раскладка арматурных стержней в конструкции в зависимости от ее габаритов и заранее указанных пользователем параметров: диаметров, шагов, наличия выпусков арматуры и т.д. Раскладка производится в соответствии с набором правил, заложенных в систему Renga согласно СП 63.13330.2018 «Бетонные и железобетонные конструкции. Основные положения». Шаг стержней отсчитывается от края конструкции вдоль положительного направления глобальных осей модели X, Y и Z, при этом крайний доборный шаг формируется исходя из габарита армируемого элемента;

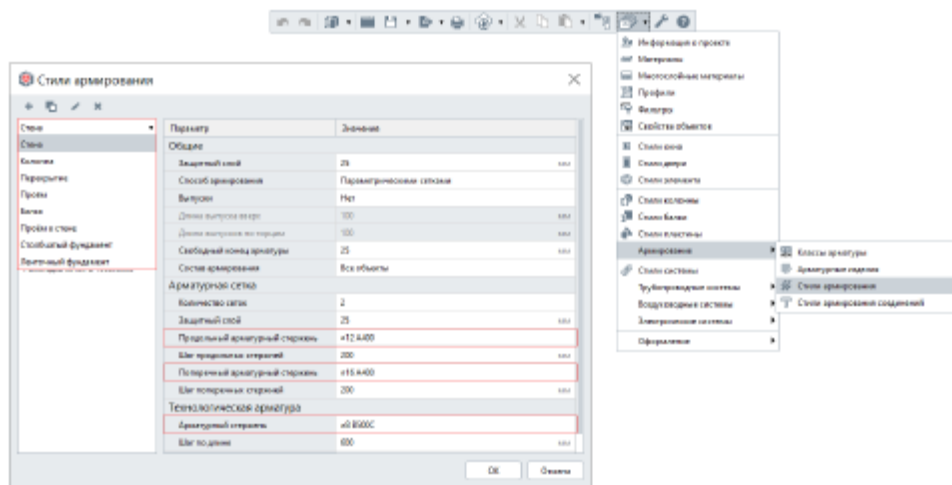


- **расстановка арматурных каркасов** (параметр стиля «Способ армирования» – «*Раскладка арматурных каркасов*») – вид автоматизированного армирования, при котором производится автоматическая расстановка арматурных каркасов в конструкции в зависимости от ее габаритов и габаритов созданного пользователем каркаса, а также указанных параметров расположения каркасов в конструкции. Расстановка осуществляется от края конструкции вдоль положительного направления глобальных осей модели;

- **раскладка арматурных сеток** (параметр стиля «Способ армирования» – «Раскладка арматурных сеток») – вид автоматизированного армирования, при котором производится автоматическая раскладка арматурных сеток в конструкции в зависимости от ее габаритов и габаритов созданной пользователем сетки, а также указанных параметров расположения сеток в конструкции. Раскладка осуществляется от края конструкции вдоль положительного направления глобальных осей модели;

- **армирование соединений** – вид автоматизированного армирования, при котором производится автоматическое армирование соединения стен в зависимости от его габаритов, конфигурации (крестообразное, угловое, Т-образное) и настроенных пользователем параметров: шагов, диаметров арматуры и т.д.;

- **армирование отдельными арматурными стержнями** – вид «ручного» армирования, при котором армирование помещается в модель в виде отдельного арматурного стержня или группы арматурных стержней в виде единого объекта (группируя отдельные стержни в сборке с возможностью использовать вложенные сборки). В отличие от вышеуказанных автоматизированных видов армирования, такая арматура является отдельным объектом в модели (или в сборке) – не принадлежит конструкции, полностью зависит от пользовательской настройки габаритов и расположения в модели.



Стиль армирования представляет собой набор правил, основанных на нормах проектирования железобетонных конструкций и настраиваемых пользователем (диаметры, шаги арматуры, защитный слой бетона, наличие поперечной и технологической арматуры и т.д.). При применении к объекту определенного типа стиль армирования позволяет конструктору автоматизировать свои действия по армированию, настраивая правила в параметрах стиля для соответствия конструк-

тивными и расчетным требованиям при автоматической раскладке по габаритам конструкции.

Перед применением стиля армирования следует убедиться в том, что бетон или железобетон назначен в качестве базового слоя многослойного материала многослойной конструкции конструкции (типы объектов «Стена» и «Перекрытие»). Именно для базового слоя программа производит армирование объекта с помощью стиля армирования. Для однослойных конструкций (типа «Колонна», «Балка» и др.) следует назначить материал «Бетон» или «Железобетон».

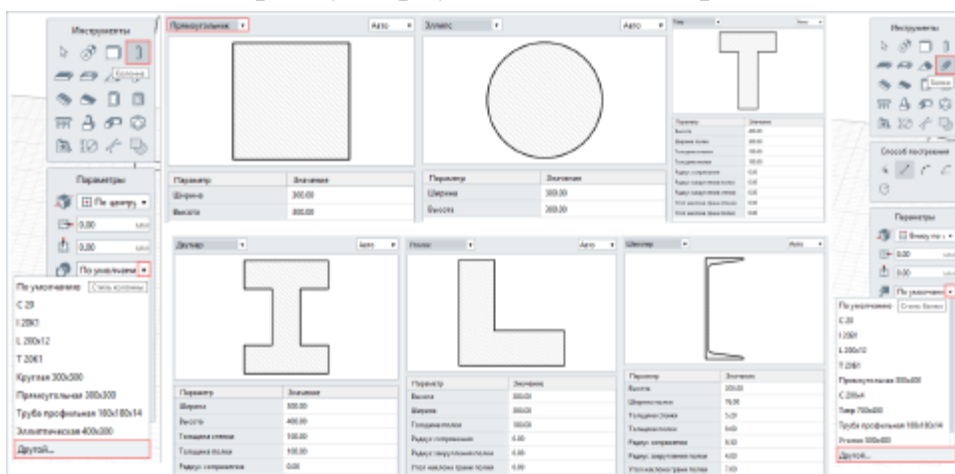
Программа Renga позволяет проектировать металлоконструкции здания или сооружения по технологии информационного моделирования и оформлять проектную документацию марки «КМ» на основе модели.

Основными инструментами моделирования металлоконструкций являются: «Колонна», «Балка», «Пластина», «Сборка». Форма и размеры сечения балок, колонн, пластин задаются с помощью соответствующих стилей, пользовательскую форму сечения возможно создать в редакторе «Профили».

Программа Renga предоставляет возможность проектирования балок и колонн любого сечения: как стандартной формы, так и созданной пользователем, как фиксированного размера, так и с параметрической настройкой.

При создании колонны или балки мы можем назначить любой из вышеуказанных видов сечений профилей в параметрах объекта, настроив параметр «Стиль колонны» или «Стиль балки».

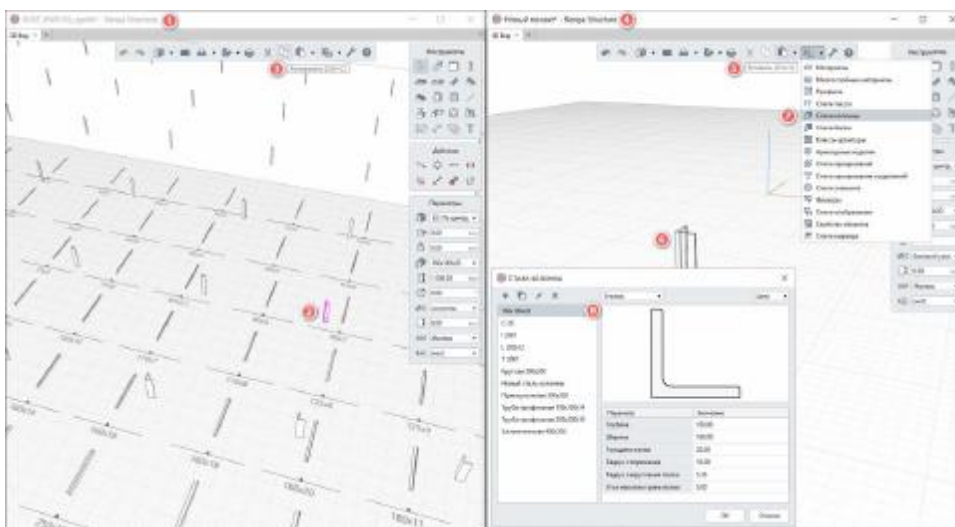
Стандартными формами профилей для колонн и балок являются: прямоугольник, эллипс, тавр, двутавр, уголок и швеллер.



Для увеличения скорости работы проектировщика были созданы каталоги с наборами сечений из сортаментов металлопроката, они размещены на сайте

Rengabim.com в разделе «Пользователю – Каталоги». Их можно свободно скачивать и использовать в работе удобным способом: либо копировать применяемый стиль в свой проект вместе с объектом, либо создать шаблон с часто используемыми сечениями.

Скачайте архив с каталогами и откройте наиболее часто используемый в работе сортамент. Выберите и скопируйте объект из файла проекта каталога и вставьте в свой проект. Откройте на основной панели меню «Управление стилями – Стиль колонны» и убедитесь в том, что нужный стиль скопирован в новый проект вместе с объектом – теперь можно удалить объект.

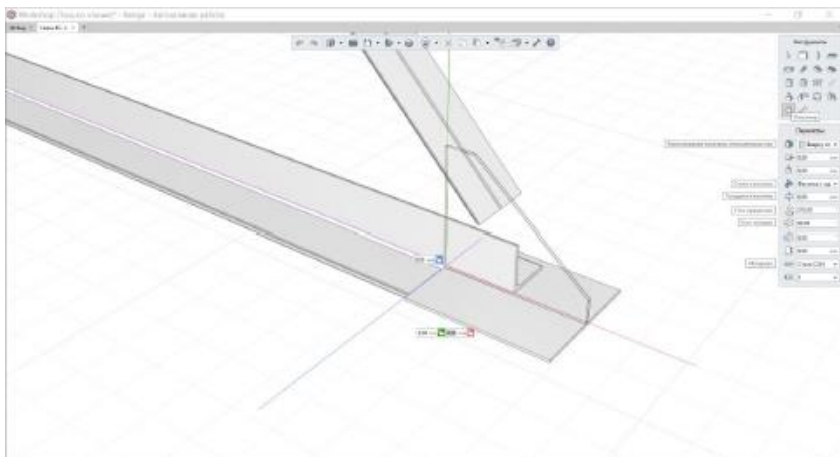


Привнесенный стиль останется в проекте и будет доступен для применения к вновь создаваемым объектам в модели.

Таким же образом можно использовать привнесение стиля колонны или балки не только из проекта каталога сортамента, но и из ранее созданного собственного проекта.

Для того чтобы создать собственную форму сечения (с фиксированными размерами или указав правила параметризации) в системе Renga существует редактор «Профили».

Инструмент «Пластина» в программе Renga позволяет создавать плоские листовые элементы различной формы, предназначенные для усиления и соединения между собой несущих конструкций. Например: опорные пластины, траверсы и консольные ребра баз колонн, соединительные пластины и различные фасонки, накладки и узловые фасонки отправочных марок. При проектировании железобетонных конструкций данный инструмент будет полезен в разработке закладных деталей.



Для добавления в модель или сборку новой пластины необходимо вызвать одноименный инструмент с панели инструментов и настроить параметры расположения, толщину, материал, марку и саму форму пластины, которая определяется стилем.

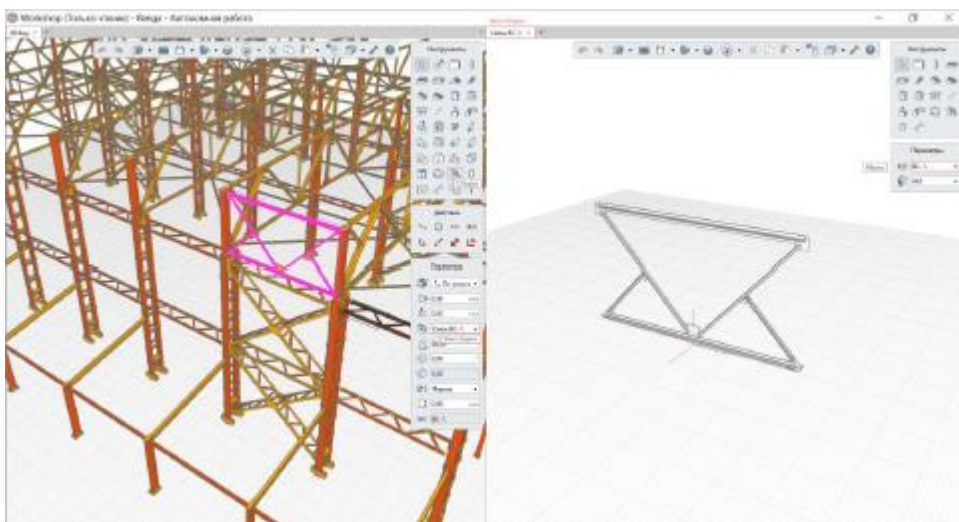
Стиль пластины определяет очертание и размеры ее формы, а также назначенные для данного стиля системные и пользовательские свойства, которые в дальнейшем можно использовать для формирования спецификаций. Для создания стиля пластины существует стандартный набор форм: прямоугольник, трапециевидная, уголок, фасонки с различными видами скосов, шайба.

Создание собственной формы изделия осуществляется с помощью редактора «*Профили*». Очертания контура пластины могут быть как фиксированных размеров, так и с параметрической настройкой. Контур задается с помощью одноименного инструмента, параметризация производится с помощью геометрических и размерных ограничений. Подробный алгоритм параметризации рассмотрен на примере несимметричного двутаврового сечения балки. Параметризация полезна при многократном использовании одной формы пластины с изменением величин ее габаритов. Геометрические ограничения полезны в том числе и для сохранения корректного проектного положения при изменении параметров. Размещение пластины в модели осуществляется с учетом привязок.

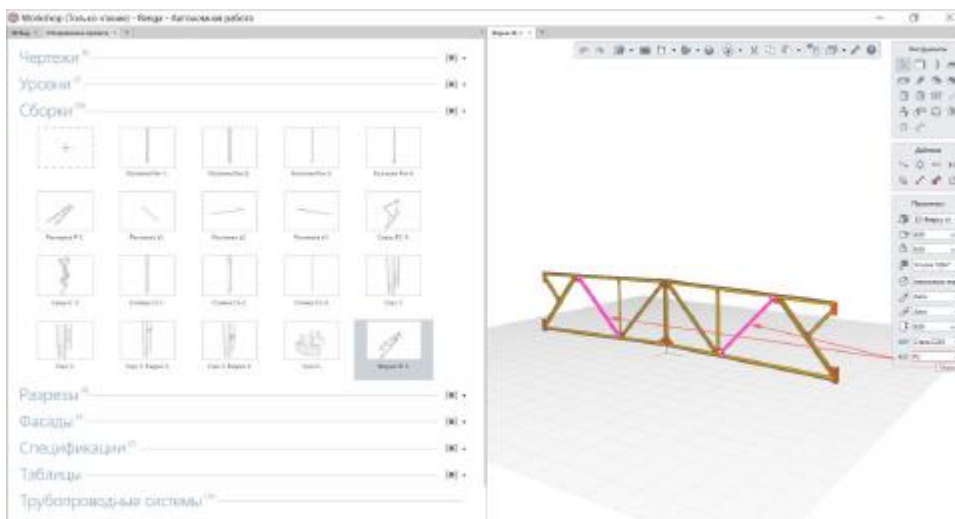
Сборка представляет собой составной трехмерный объект. Сборкой могут быть как целые конструкции (ферма, двухветвевая колонна), так и отдельные части конструкций (закладные детали, арматурный каркас). Сборки могут входить в состав более крупных сборок, при этом количество уровней вложенности не ограничивается программой. Этот набор из нескольких элементов может быть включен в модель как единый объект с помощью одноименного инструмента «*Сбор-*

ка». Выбор необходимой сборки для размещения в пространстве модели осуществляется по её имени (задается во вкладке «Обозреватель проекта»). При этом объекты, расположенные внутри сборки, не будут подрезать, сопрягаться или отсекают объем других объектов модели. Многие металлоконструкции удобно создавать в сборке в виде отправочных марок (впоследствии сборку удобно добавить на чертеж сборочной единицы в виде объекта и отдельных элементов сборки).

Следует обращать внимание на положение объектов внутри сборки относительно осей координат сборки – это положение будет учтено при размещении экземпляра сборки в модели с учетом параметров экземпляра сборки «Расположение сборки относительно оси», «Смещение сборки по вертикали», «Смещение сборки по горизонтали», «Смещение по вертикали».

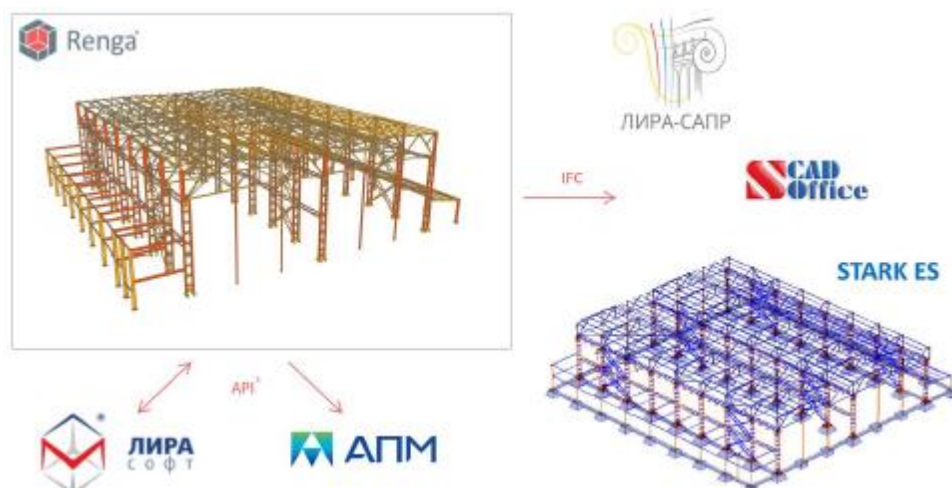


Набор сборок хранится в составе проекта (в группе компонентов «Сборки» во вкладке «Обозреватель проекта») и может применяться при необходимости в ЦИМ здания или сооружения в качестве экземпляров сборки в модели. При этом изменение сборки приведет к изменению всех экземпляров этой сборки в модели. Марка всей сборки задается во вкладке открытой сборки при отсутствии выбора определенного компонента сборки (при выборе объектов сборки задаются марки объектам, составляющим сборку).



Сборные железобетонные конструкции проектируются в системе Renga на основе ранее изученных общих принципов работы с моделью с применением методов моделирования и конструирования монолитных железобетонных конструкций. При необходимости отображения армирования сборной железобетонной конструкции – его реализация производится также аналогично армированию монолитной железобетонной конструкции. Наиболее эффективным способом проектирования сборных колонн, перекрытий, балок, фундаментных балок и т.д., является применение инструментов моделирования «Колонна», «Балка», «Перекрытие» и др. в сборке, их маркирование и расположение в модели. Для создания пользовательского сечения конструктивного элемента применяется редактор «Профили». При необходимости поворота сборной конструкции, выполненной в сборке, в ЦИМ, задаются значения углов Эйлера (параметры «Угол прецессии», «Угол нутации» и «Угол собственного вращения» для экземпляра сборки, размещаемого в модели).

Расчет строительных конструкций, проверка и подбор требуемых сечений производится в сторонних специализированных расчетных комплексах. Существует два основных способа передачи модели здания из программы Renga в расчетный комплекс:

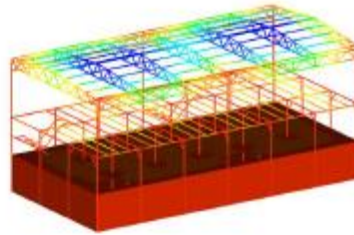
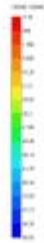
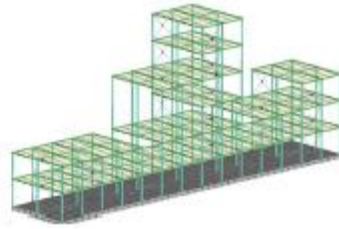
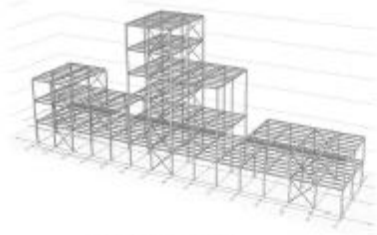


- посредством открытого программного интерфейса API;

Экспортирование объектов в ПК ЛИРА...	
Тип объекта	Экспортировано:
стены	27027
перекрытия	678
колонны	71216
балки	100292
фундамент	0/0
Статус	
[Progress Bar]	

- посредством формата данных с открытой спецификацией IFC.

После конвертации (в зависимости от расчетного комплекса конвертация производится в препроцессоре или в самой расчетной системе) в конечно-элементную модель здания и уточнения сопряжений и узлов в расчетных комплексах прикладываются все необходимые нагрузки для дальнейшей проверки конструктивных элементов по несущей способности и пригодности к эксплуатации.



ЛЕКЦИЯ 6. ПРОЕКТИРОВАНИЕ ИНЖЕНЕРНЫХ СИСТЕМ

Программа Renga предоставляет инженеру-проектировщику внутренних сетей жизнеобеспечения зданий и сооружений инструменты для автоматизированного проектирования инженерных систем водоснабжения, водоотведения и водяного отопления, вентиляции, электроснабжения.

Организовать процесс проектирования зданий и сооружений в Renga возможно совместно с архитекторами и конструкторами впоследствии возможно включить цифровую информационную модель спроектированного здания или сооружения в консолидированную информационную модель объекта строительства.

Инженерные расчеты, которые требуются в процессе проектирования, должны производиться в отдельных специализированных программах (при наличии такой возможности, с использованием API и формата IFC). При этом возможно использовать данные ЦИМ, например, выгруженные в табличный машиночитаемый формат CSV. Или настраивать выражения для свойств числовых типов данных с использованием формул и получением значений вычислений для объектов ЦИМ непосредственно внутри Renga.

Оформление спецификаций, ведомостей и чертежей производится в Renga на основе ЦИМ.

Общий алгоритм создания ЦИМ внутренней инженерной системы жизнеобеспечения здания или сооружения представлен следующими шагами:

1 – Расстановка диктующего оборудования и точек трассировки в цифровой информационной модели здания или сооружения во вкладке «*3D Вид*» или на плане уровня, с отнесением к определенной категории систем при необходимости.

2 – Определение состава трубопроводов или воздуховодов и деталей, которые в автоматическом режиме будут размещены на трассе.

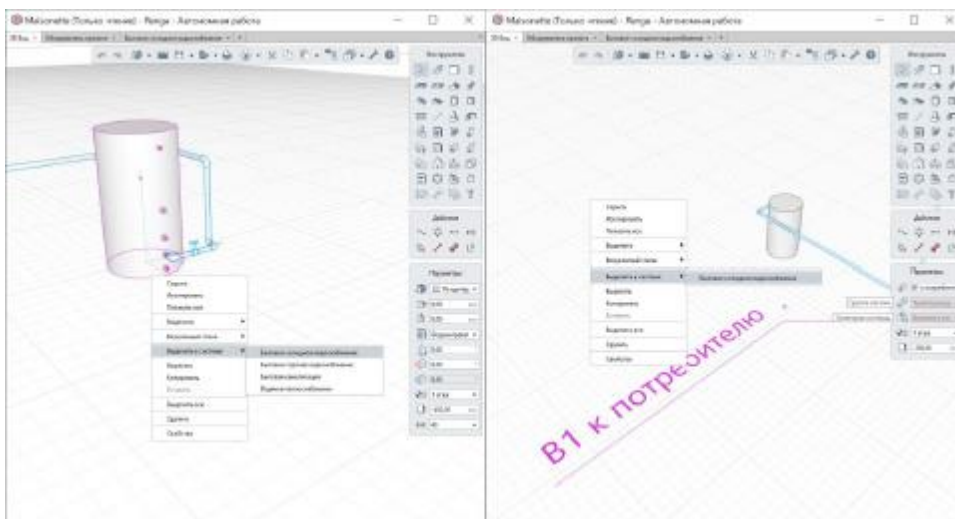
3 – Определение параметров прокладки трассы для проведения автоматической трассировки.

4 – Проведение автоматической трассировки по заданным пользователем параметрам (определение связей между объектами во вкладке категории системы и автоматическое построение трассы в модели).

5 – Редактирование трассы при необходимости.

6 – Размещение остальных деталей и требуемых аксессуаров на трассе.

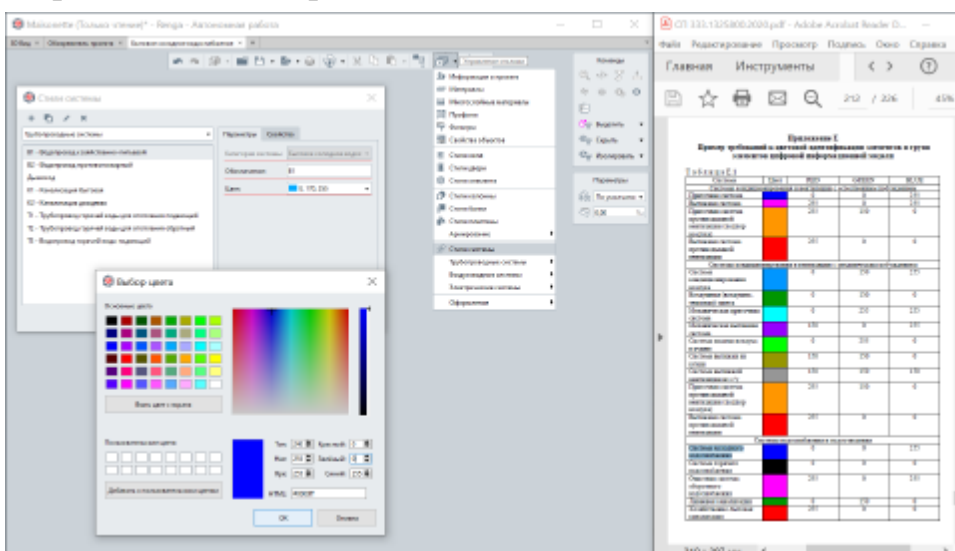
7 – Размещение креплений для инженерных систем в модели.



Отнесение объектов к категориям необходимо для проведения трассировки между объектами.

Для каждой группы систем возможно создать неограниченное количество стилей систем, каждый из которых должен быть применен в определенной категории систем. Стилль содержит набор определенных параметров и свойств, присваиваемых определенному участку системы.

В параметрах стиля присваивается категория, обозначение и цвет в соответствии с требованиями норм.

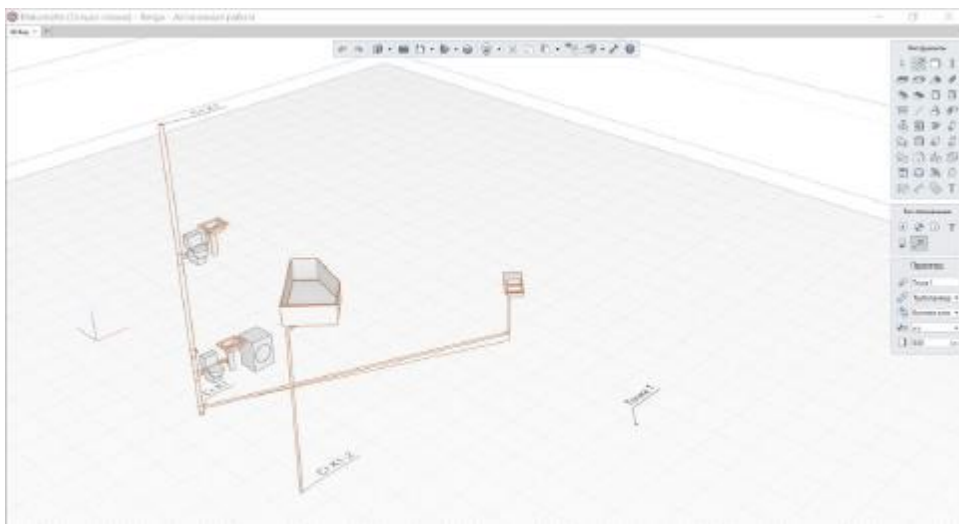


Цифровая информационная модель внутренней инженерной системы жизнеобеспечения здания или сооружения формируется из следующих типов объектов:

- **точки трассировки** применяются для обозначения ввода инженерной системы в здание, моделирования характерного участка трассы – например, канализационного стояка. Могут быть применены для разделения трассы на участки по

блокам здания (рекомендуется применять укрупненное разделение, только при обоснованной необходимости).

Точки трассировки должны быть размещены в модели с помощью соответствующего инструмента и отнесены к определенной категории систем до проведения трассировки, так как относятся к типам объектов, между которыми определяются связи для построения трасс в модели.

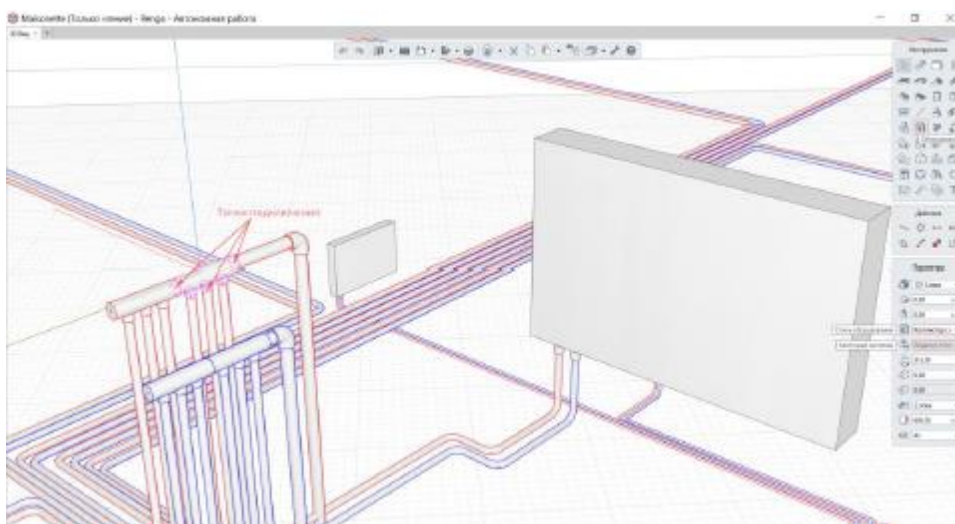
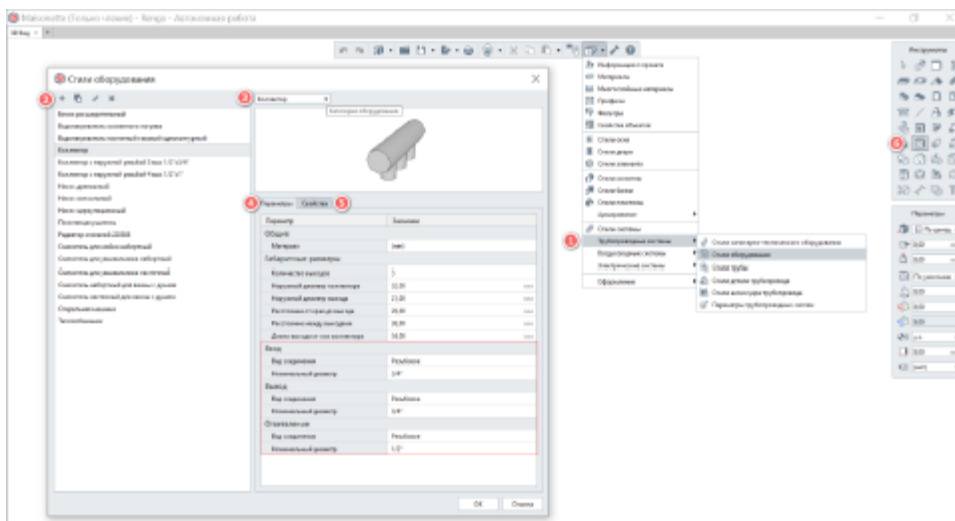


- **стандартное оборудование и изделия:** санитарно-техническое оборудование и оборудование для проектирования трубопроводных систем; вентиляционное оборудование для проектирования воздуховодных систем; осветительные приборы, электро-установочные изделия, электрические распределительные щиты – для проектирования электрических систем.

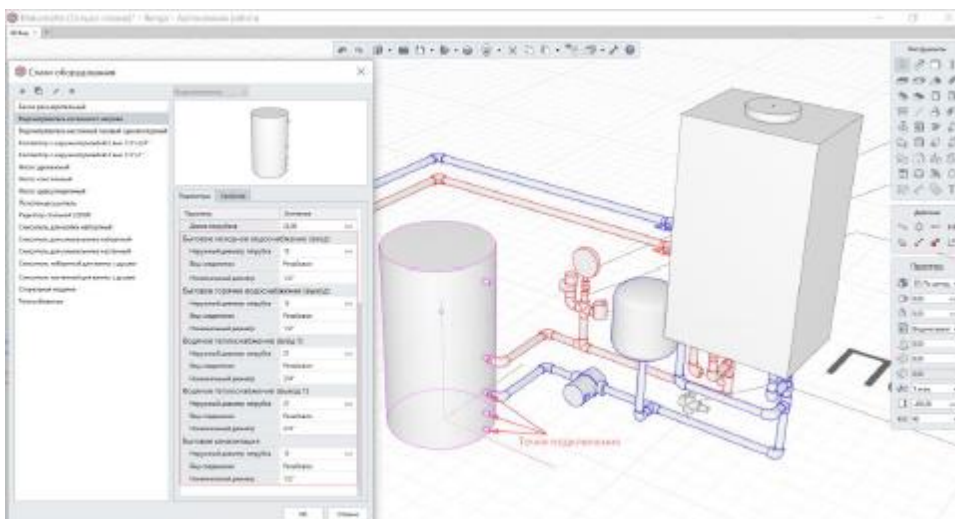
Каждый из вышеперечисленных типов объектов определяется стилем. Стилль определяет категорию оборудования или изделия. Следует обратить внимание на то, что категория оборудования или изделия выбирается только один раз при создании стиля. Это обусловлено тем, что категория объекта определяет отношение к определенной категории систем (или нескольким категориям систем), к которой будет производиться подключение.

С помощью стиля для выбранной категории настраивается ряд характерных параметров, позволяющих получить оборудование различной конфигурации. В параметрах стиля также настраиваются параметры для порта подключения «*Вид соединения*», «*Номинальный диаметр*», которые влияют на результат трассировки. Свойства позволяют внести требуемые данные об оборудовании.

Стандартное оборудование и изделия должны быть размещены в модели с помощью соответствующих инструментов и отнесены к определенной категории систем (при необходимости) до проведения трассировки, так как относятся к типам объектов, между которыми определяются связи для построения трасс в модели – являются диктующими приборами. Обратите внимание на то, что объекты электрических систем размещаются только на существующих в модели стенах, перекрытиях, балках, колоннах.



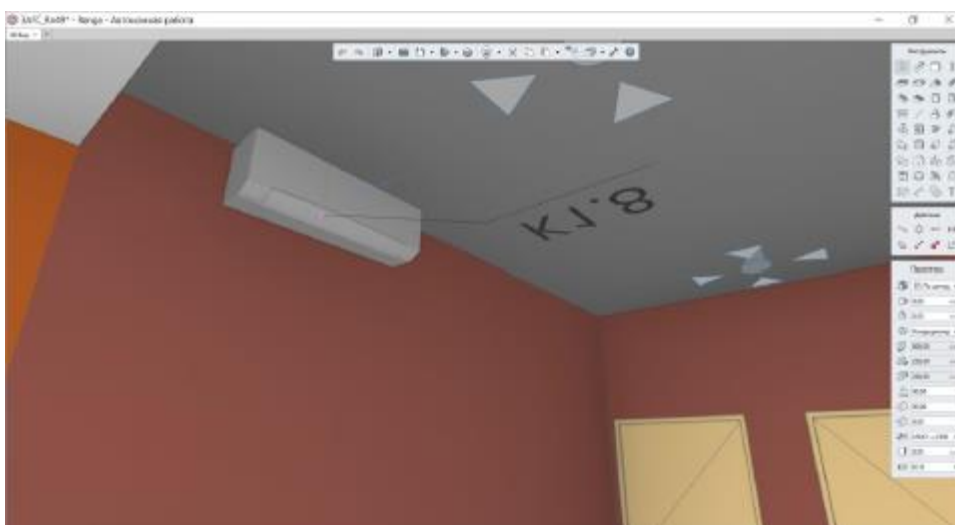
Размещенный в модели объект отображает точки подключения, к которым будет подводиться трасса от соответствующих систем.



- **импортированное оборудование:** элемент и точка (точки) трассировки.

Рекомендуется моделировать оборудование стандартными типами объектов, предусмотренными в Renga. Так как они обладают точками подключения, отнесены к определенным категориям систем для проведения трассировки, имеют соответствующее правилам УГО обозначение на чертежах и аксонометрических видах.

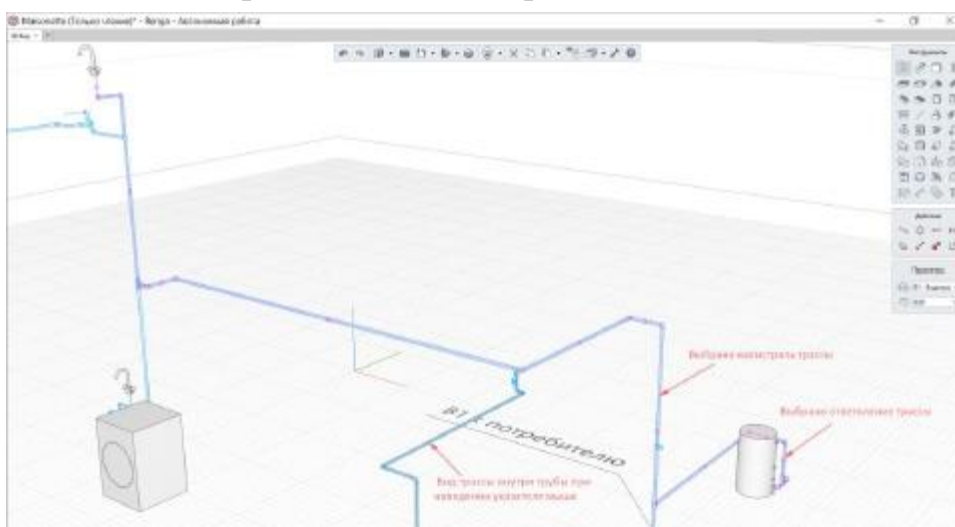
При необходимости подключения нестандартного оборудования, оборудования, подключаемого в категории «*Прочие инженерные системы*» или импортированного в виде точной трехмерной модели от производителя применяется инструмент «Элемент». Для подключения такого оборудования к трассе необходимо разместить в модели рядом с оборудованием обозначение точки трассировки (или несколько точек трассировки), которые отнести к соответствующей категории систем.



- **трассы.**

Трассы – внутренний тип объекта в проекте Renga (не передаются при экспорте ЦИМ в другие форматы). Трассы моделируют связи, заданные при трассировке, на них размещаются такие компоненты, как трубы/воздуховоды/электрические линии, детали и аксессуары. При этом трассы могут быть отображены на виде при оформлении чертежей или аксонометрических проекций.

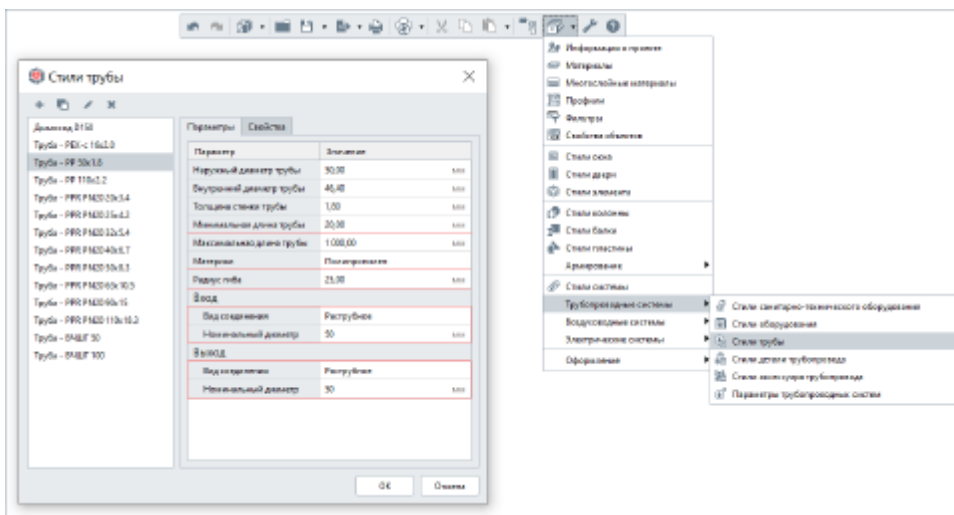
Участки трассы могут состоять из магистралей и ответвлений; работа с трассами ведется в процессе и после проведения автоматической трассировки.



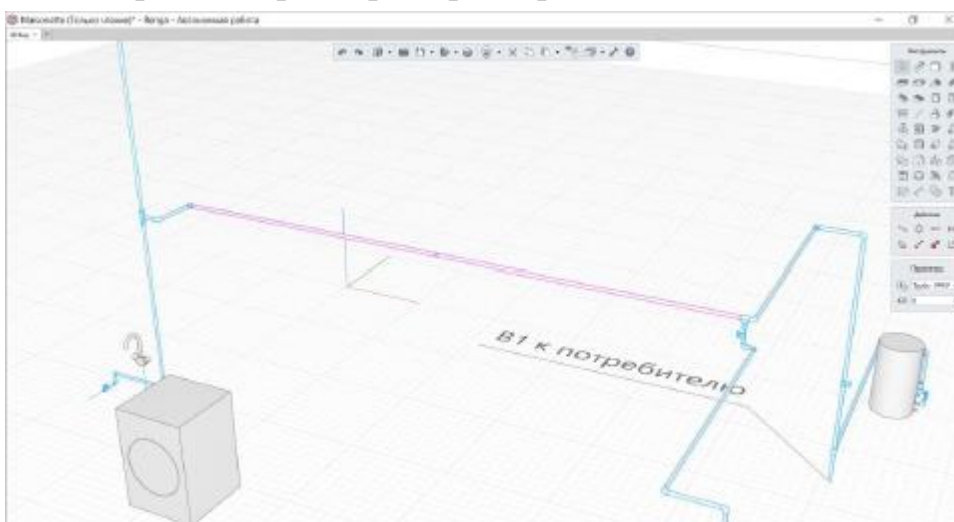
- Трубы; воздуховоды; электрические линии (проводники в составе электрических линий).

Трубы, воздуховоды, электрические линии (и проводники в их составе) определяются соответствующими стилями.

Стиль определяет набор параметров, определяющих конфигурацию соответствующего объекта. Параметры «*Материал*», параметры входа и выхода «*Вид соединения*» и «*Номинальный диаметр*» трубы или воздуховода учитываются при проведении трассировки. Заданные в параметрах «*Минимальная длина*» и «*Радиусгиба*» влияют на автоматическое расположение объектов на участках трассы определенной длины.



Трубы, воздуховоды, электрические линии размещаются только на трассе. Рекомендуется настраивать стили применяемых труб, воздуховодов или электрических линий до проведения трассировки и указывать применение нужных стилей в момент настройки параметров трассировки.

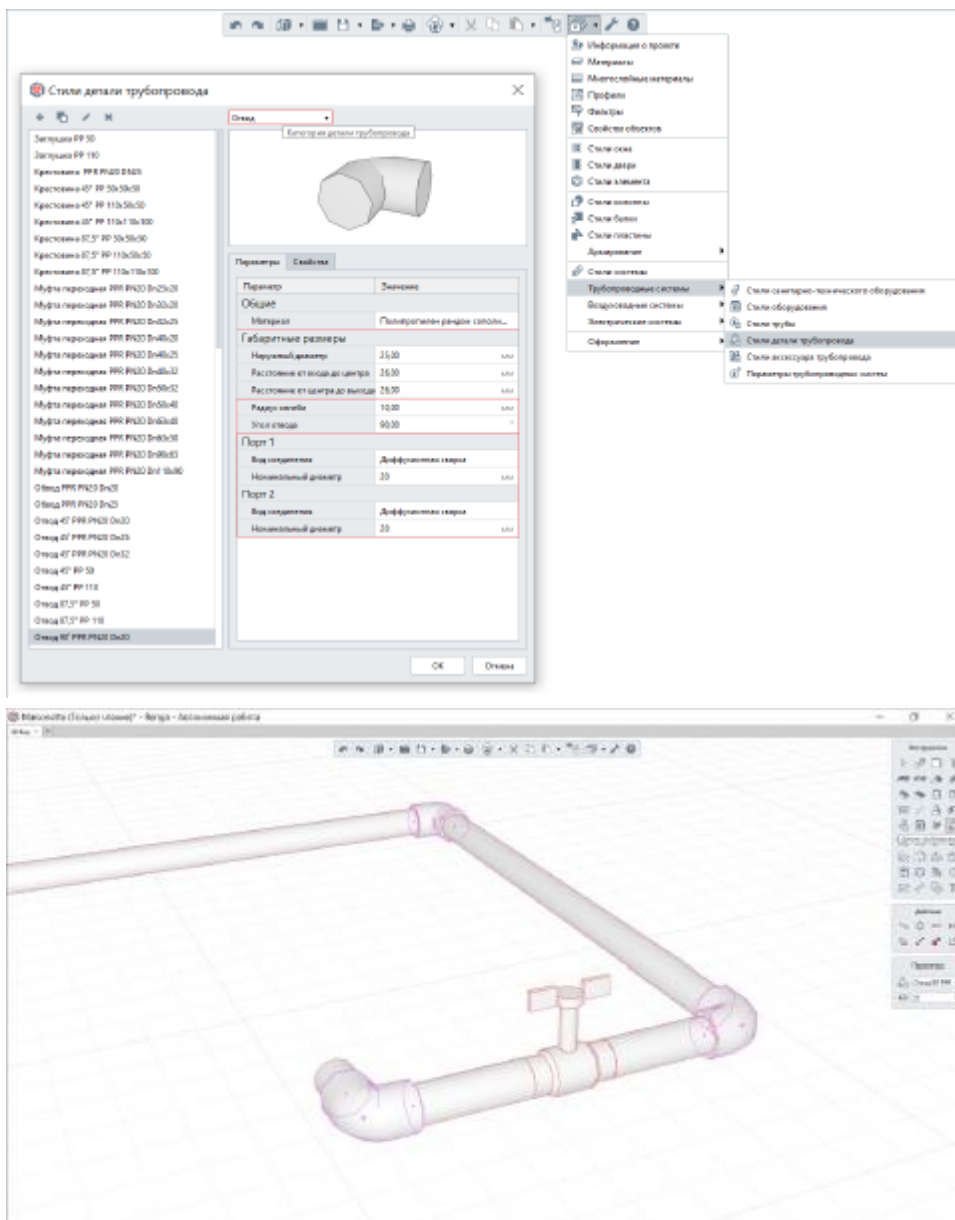


Указанные объекты могут быть размещены или заменены на трассе после проведения трассировки в режиме редактирования или при дальнейшей работе с моделью на вкладке «3D Вид».

- Детали трубопровода или воздуховода.

Конфигурация и параметры подключения деталей трубопровода или воздуховода определяются соответствующими стилями.

Такие детали как отводы и тройники рекомендуется настраивать до проведения трассировки, так как они размещаются на трассе в процессе автоматической трассировки (при соответственной настройке параметров трассировки).



Остальные категории деталей могут быть размещены на построенной в модели трассе с помощью соответствующих инструментов на вкладке «3D Вид». Расстановка деталей осуществляется только в случае, если параметры трассы позволяют разместить деталь (например, при соответствии угла поворота участка трассы и угла, заданного параметром «Угол отвода»).

- Аксессуары трубопровода или воздуховода.

Конфигурация аксессуаров трубопровода или воздуховода определяются соответствующими стилями.

ЛЕКЦИЯ 7. БАЗОВЫЕ ПРИЕМЫ ДОКУМЕНТИРОВАНИЯ

В процессе проектирования трехмерной информационной модели здания параллельно с моделированием конструкций происходит и ее информационное насыщение.

Во время проектирования, а также для использования результатов проектирования на остальных этапах жизненного цикла информационной модели требуется извлечение и специфицирование данных.

Обозначения в модели предназначены для работы в процессе создания и редактирования проекта, а также для формирования необходимой документации по проекту.

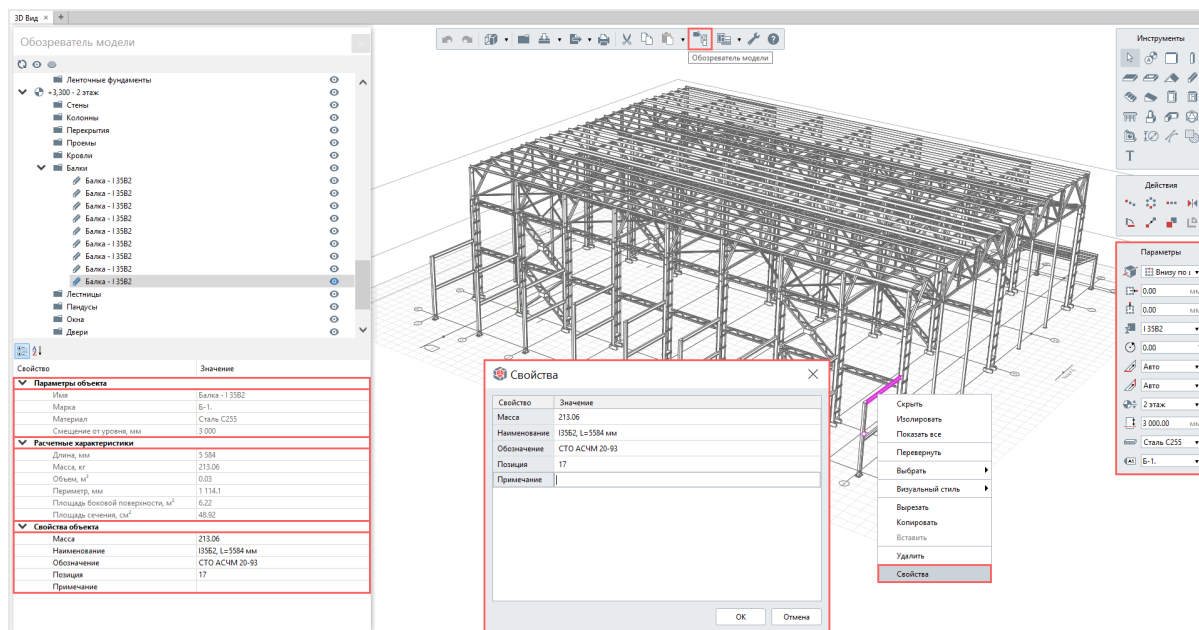
При работе с инструментами документирования для изучения техники их использования обратитесь к соответствующим разделам справки: раздел «Оформление документации», подразделы раздела «Моделирование» – «Обозначения» («Ось», «Уровень», «Разрез», «Фасад»), «Размер», «Линия», «Штриховка», «Текст». Также пригодятся навыки работы со стилями, которые применяются при формировании документации: «Стили отображения», «Стили маркера», «Стили текста» и «Фильтры».


Объект модели обладает:

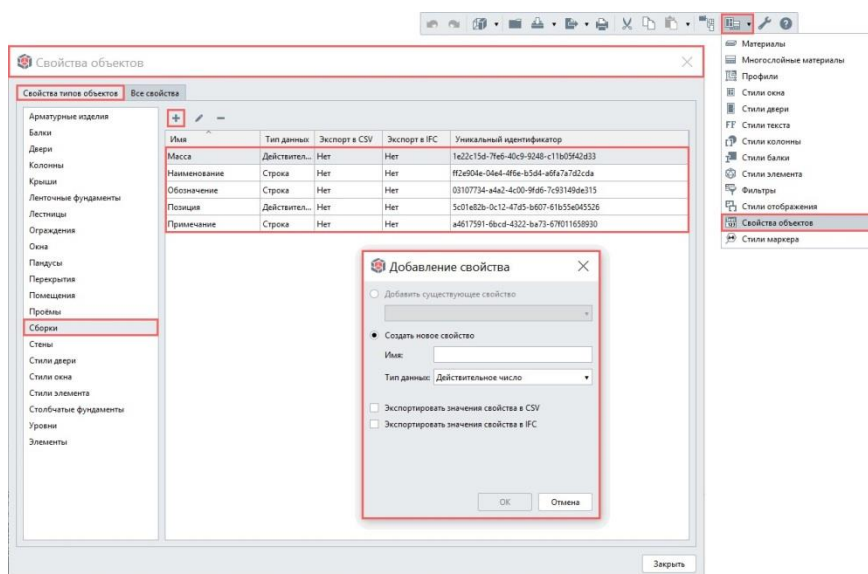
- параметрами, в том числе геометрическими (высота, угол поворота, расположение профиля и др.); и параметрами стилей (материалы, армирование, сечение профиля и др.). Параметры задаются пользователем на этапе построения и редактирования объекта в модели. Важным параметром является Марка объекта, которая позволяет в дальнейшем осуществлять работу с этим элементом при специфицировании и документировании.

- расчетными характеристиками (длина, масса, площадь и т.д.), которые автоматически высчитываются для построенного пользователем объекта в модели и доступны для специфицирования.

- Свойствами. Свойства – это атрибуты объектов, значения которых задаются пользователем. Существует стандартный набор свойств для каждого типа объекта для заполнения, а также пользователем может быть добавлено любое новое свойство, с последующим заполнением его значения для указанных объектов.



Для того чтобы *задать значения свойств* для одного или группы выбранных объектов, нужно щелчком правой кнопки мыши по одному из объектов вызвать контекстное меню и выбрать строку «Свойства». Двойным щелчком левой кнопки мыши поля значений свойств становятся доступными для редактирования и, после ввода нужного значения, подтверждение осуществляется нажатием клавиши Enter или щелчком левой кнопкой мыши вне поля ввода. Для просмотра списка всех свойств в модели и создания *нового пользовательского свойства*, необходимо на основной панели вызвать соответствующий редактор из меню  Управление стилями -> Свойства объектов.

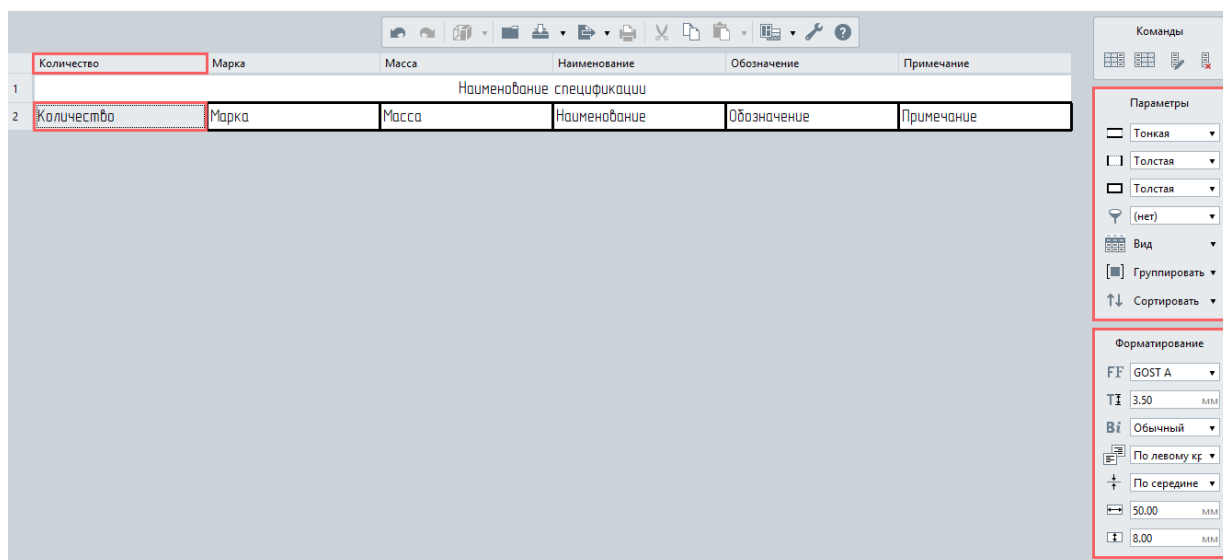


Во вкладке «Свойства типов объектов» для каждого типа объекта определен набор стандартных свойств, который можно расширить, **+** добавив

новое пользовательское свойство или существующее. При этом требуется указать тип данных – строка или действительное число, и необходимость включения значения свойства в экспортируемую в формат IFC модель.

Обратите внимание: назначение свойств происходит для отдельных экземпляров объектов в модели (или набора выбранных в модели однотипных объектов). При этом существует возможность назначать свойства для некоторых стилей, в частности – стиля элемента. В этом случае все создаваемые и существующие элементы, которым назначен стиль элемента и заполнены значения свойств, будут обладать значениями этого набора свойств.

Для того чтобы работать с информацией в модели, в системе предусмотрено 2 инструмента «Спецификации» и «Таблицы» – они находятся в одноименных вкладках обозревателя проекта.



Для приведения спецификации в требуемый нормативный вид предназначены инструменты форматирования (см. рисунок выше), приемы работы с графами и параметрами спецификации. Вот некоторые из них (см. рисунок далее):

Для подсчета количества объектов при объединении одинаковых строк в настройках графы «Количество» должна быть активирована функция «Суммировать значения при объединении». Также возможно включить настройку «Отображать итог».

Существует возможность группировать и сортировать записи.

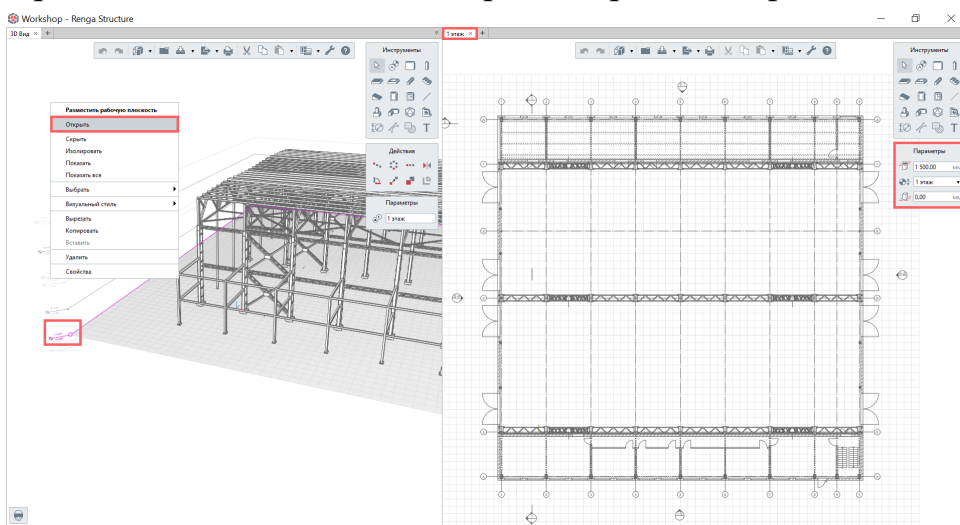
Возможно применить любой пользовательский фильтр: настроенный в модели или вновь созданный.

Порядок граф спецификации можно менять при помощи мыши. Для этого необходимо навести курсор на название графы, зажать левую кнопку и переместить графу в нужное положение. Также мышью можно изменять ширину граф.

Существует возможность настроить вид спецификации: отображать наименование, заголовки, объединять одинаковые записи.

Обозначения в модели служат инструментом, применяемым в процессе проектирования. А также позволяют автоматизировать последующий процесс получения чертежей.

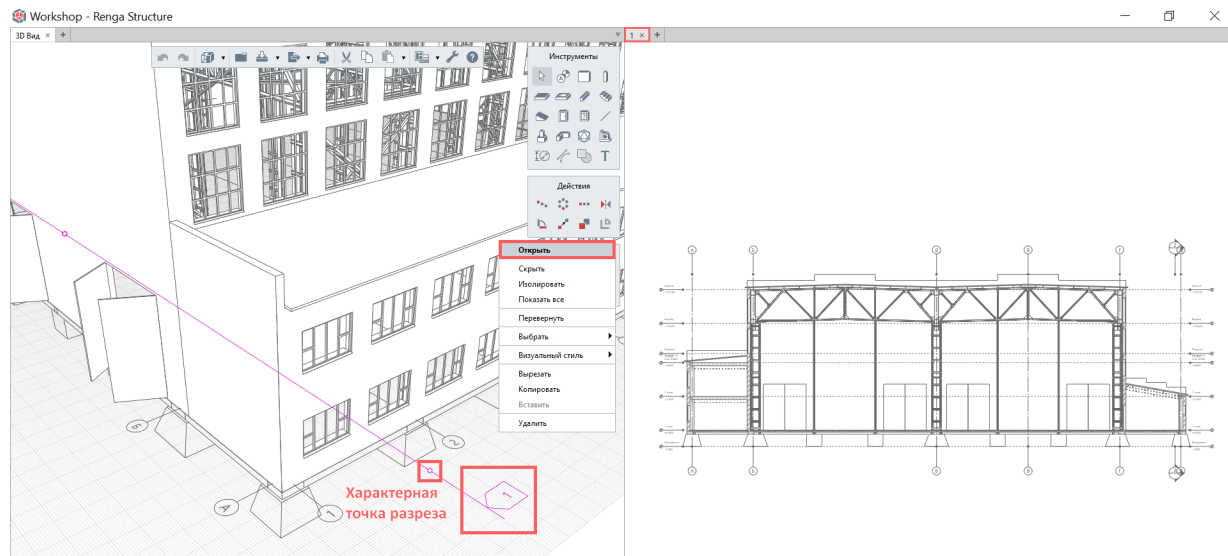
Плоские виды из модели формируются: планы из уровней, фасады и разрезы из одноименных обозначений. При проектировании уровни, разрезы и фасады позволяют оценить принимаемые решения на двухмерных сечениях. При формировании документации виды уровней, разрезов и фасадов используются для создания ассоциированных с моделью планов, фрагментов планов, узлов, разрезов и фасадов; при этом из одного плоского вида, обозначенного в модели возможно сформировать большое количество разнообразных чертежей.



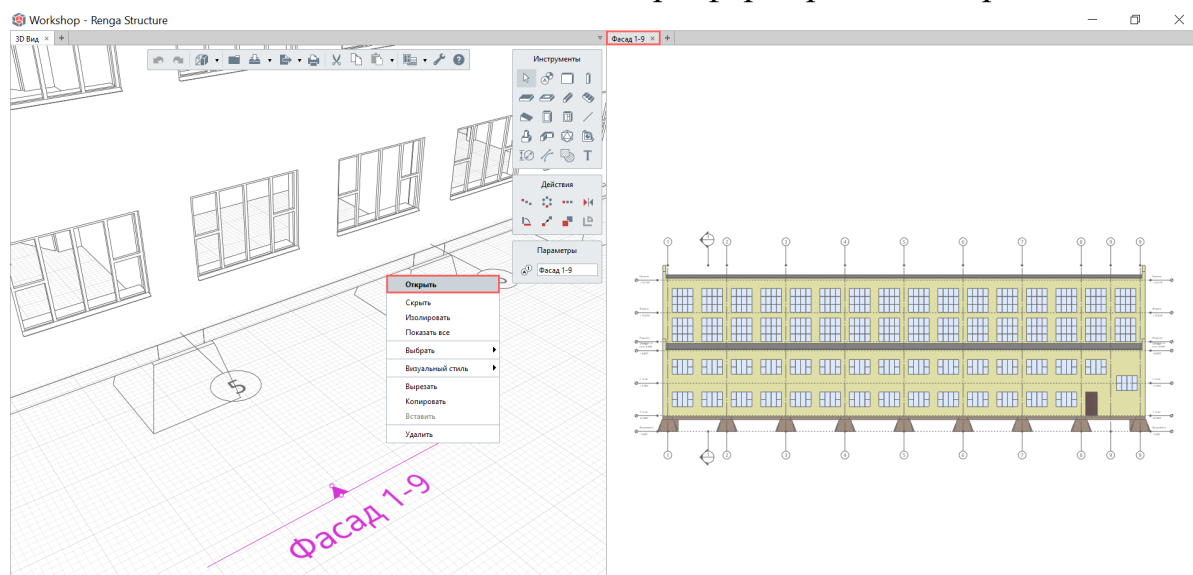
Как уже отмечалось ранее, уровни представляют собой 2D виды горизонтальных плоскостей, заданных пользователем в модели с помощью одноименных обозначений на разных высотных отметках, содержащие объекты модели и позволяющие создавать и редактировать модель в плане (расположены во вкладке «Обозреватель проекта»), а также формировать чертежи планов и их фрагментов. Основные понятийные определения уровня рассматривались в соответствующем разделе, методы работы с уровнем – при рассмотрении приемов моделирования.

Разрез – нередактируемый 2D вид, формируемый из модели с помощью одноименного обозначения; применяется в качестве плоского сечения для просмотр-

ра и печати в процессе проектирования, а также в качестве ассоциативного вида при формировании чертежей.



Фасад – нередактируемый плоский вид, формируемый из модели с помощью одноименного инструмента. Так же, как и разрез, применяется в качестве самостоятельного эскиза для просмотра и печати в процессе проектирования, а также в качестве ассоциативного вида при формировании чертежей.



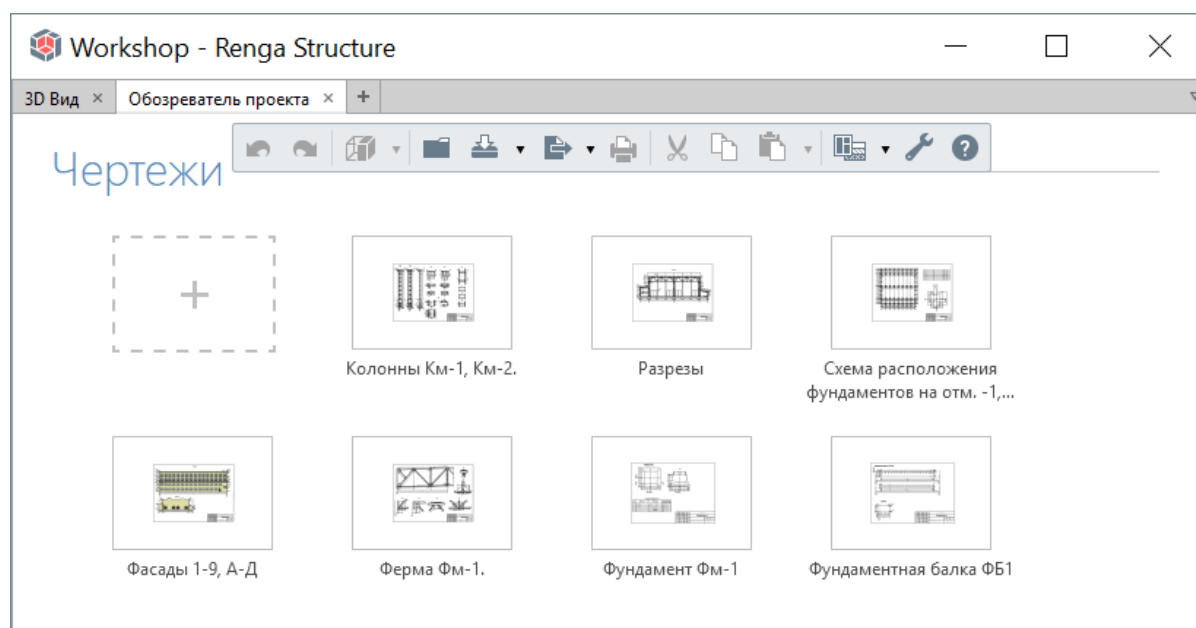
Осевая разметка может производиться проектировщиком на любом этапе проектирования – как до начала моделирования объектов, так и на этапе оформления чертежей. Существует возможность расположить оси в пространстве 3D вида, в дальнейшем привязывая построение объектов к пересечению осей или вести построение по подобию размеченных осей. В дальнейшем существует возможность автоматически перенести оси, размеченные на 3D сцене в модели на вид, размещаемый на чертеже.

Оси принадлежат рабочей плоскости и при размещении рабочей плоскости на указанном уровне отображаются на этом текущем уровне, что позволяет использовать единожды выполненную осевую разметку на любой высотной отметке (зафиксированной в виде уровня) в модели.

При работе в 3D виде существует возможность расстановки размеров, измерения расстояния между элементами или габаритов элемента на уровне. Инструмент Размер применим как на этапе проектирования, так и в дальнейшем – при формировании чертежей, так как осуществим перенос заданных в трехмерном пространстве размеров на виды, размещенные на чертеже.

Линейные размеры в Renga ассоциативны. Благодаря этой возможности, можно вносить изменения в 3D-модель, например, перемещать объекты, при этом система сама откорректирует размеры на чертеже и на видах. Ассоциативность реализована для тех размеров, которые нанесены с привязкой к вершинам объектов.

В пространстве 3D вида можно воспользоваться штриховками и 3D-линиями. К примеру, с помощью 3D-линий можно создать контуры любых элементов и деталей; использовать их как вспомогательный инструмент построений, размещая их в пространстве, тем самым создавая основу для будущей системы элементов, которую можно быстро собрать и обсудить на совещании. Приемы работы с 3D линиями и штриховками в модели отображены в видеосюжете. Дополнительным инструментом аннотирования в модели также может служить инструмент Текст.

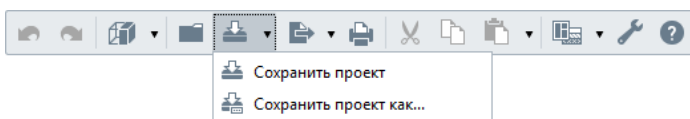


Чертежи в файле проекта скомпонованы в одноименной вкладке в Обозревателе проекта в виде отдельных документов – листов. Редактирование каждого чертежа осуществляется в специальном внутреннем графическом редакторе.


ЛЕКЦИЯ 8. СОХРАНЕНИЕ, ПЕЧАТЬ И ПОКАЗ МОДЕЛИ

Для того чтобы сохранить созданный проект или внесенные в него изменения, на основной панели предусмотрены команды Сохранить проект и Сохранить проект как (для сохранения в другом файле под новым именем или в качестве шаблона).

Для восстановления произведенных наработок в случае аварийного завершения работы системы Renga или операционной системы предусмотрено автоматическое сохранение с пятиминутным интервалом и последующее восстановление проекта.



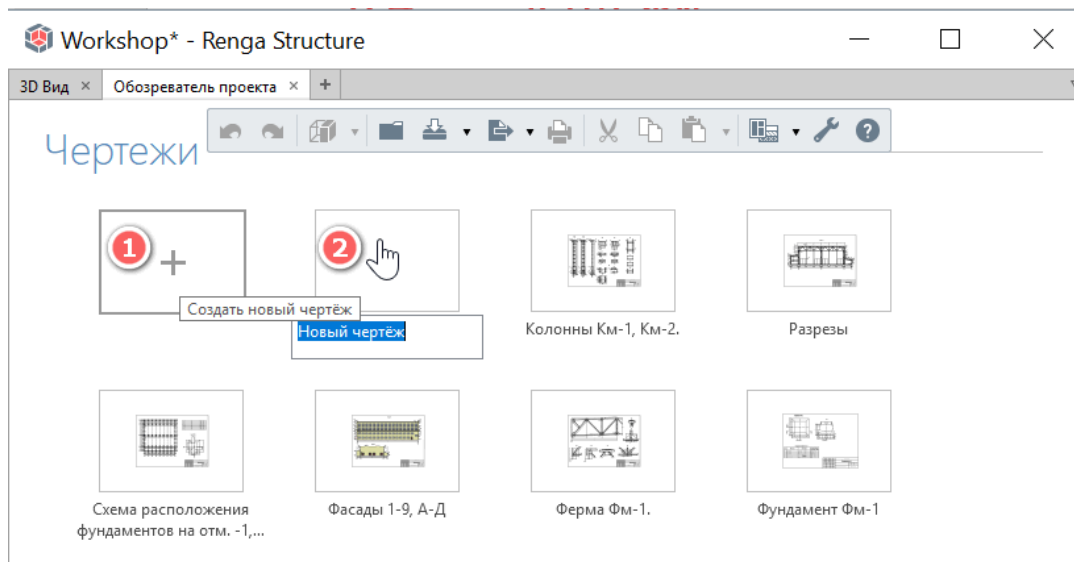
Для оперативного согласования проектных решений в системе Renga существует возможность печати из окна 3D вида и 2D-уровней. Текущий вид возможно вывести на печать как на обычный, так и на виртуальный принтер (к примеру, в формат .pdf), выбрав соответствующий. Печать чертежей осуществляется из самого чертежа при вызове той же команды (заданный формат листа определяет границы печати).

Показ модели в пространстве 3D вида с использованием приемов навигации (дополнительно в  настройках для навигации можно также установить выбор режима управления объектом или камерой, а также видимость центра вращения) дает наглядное представление об архитектурно-строительных, компоновочных и технических решениях, принятых в проекте.

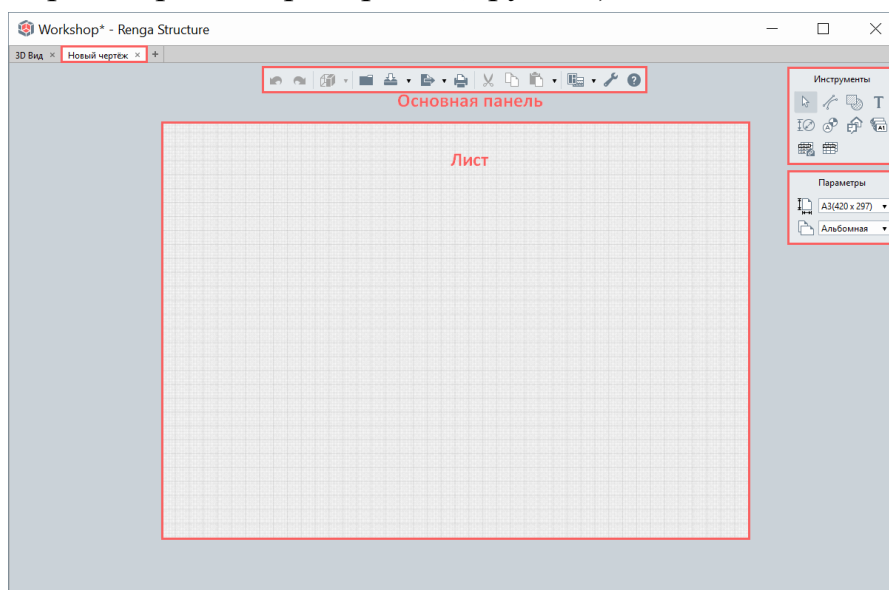
Для просмотра файла модели на любом компьютере (специалиста смежного отдела, нормоконтролера, заказчика и др.) предусмотрен следующий сценарий: произведите установку ознакомительной версии Renga, во время и по истечении ознакомительного периода используйте эту версию в качестве средства просмотра модели. Все функции просмотра информации о геометрических и иных параметрах, атрибутивных свойствах объектов, получения разрезов, фасадов и видов и т.д. будут доступны и по истечении ознакомительного периода (ограничение функционала будет касаться только сохранения изменений в модели).

Чертежи в файле проекта скомпонованы в одноименной вкладке в Обозревателе проекта в виде отдельных документов – листов. Редактирование каждого чертежа осуществляется в специальном внутреннем графическом редакторе.


Создадим новый чертеж и перейдем к его редактированию, щелкнув по его миниатюре левой кнопкой мыши.

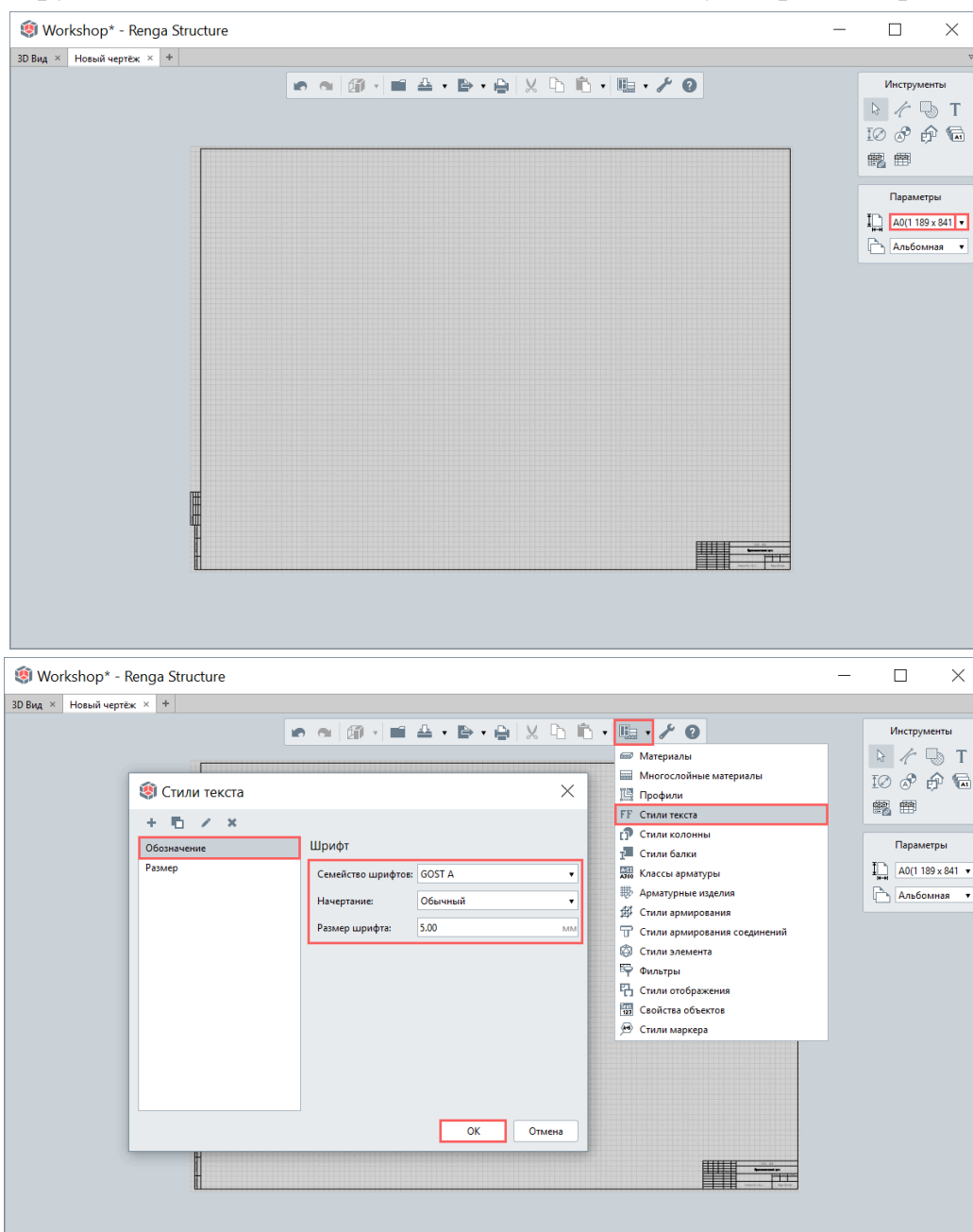



Редактор чертежа содержит знакомую нам основную панель, панели инструментов и параметров, размеченный лист (границы листа определяют границы печати, лист размечен сеткой – ширина малого квадрата 100 мм, ширина большого квадрата разметки 1000 мм – и предполагает масштаб 1:100). По умолчанию для нового чертежа задана альбомная ориентация листа и установлен формат А3 (формат листа может быть выбран из стандартных, а также задан любыми пользовательскими размерами при выборе строки «Другой»).




Изменим формат листа на формат А0 для размещения всех нужных нам видов из модели.





Рамка создается инструментом  Линия, штамп может быть создан в виде таблицы и размещен на чертеже с помощью одноименного инструмента (это позволит единожды вносить изменения в общие для каждого листа данные). Один раз создав рамку, для остальных чертежей ее можно скопировать. Заполнение штампа и заголовки на листе выполняются с помощью инструмента **T** Текст. Работа с инструментами «Линия», «Таблица» и «Текст» будет рассмотрена далее.

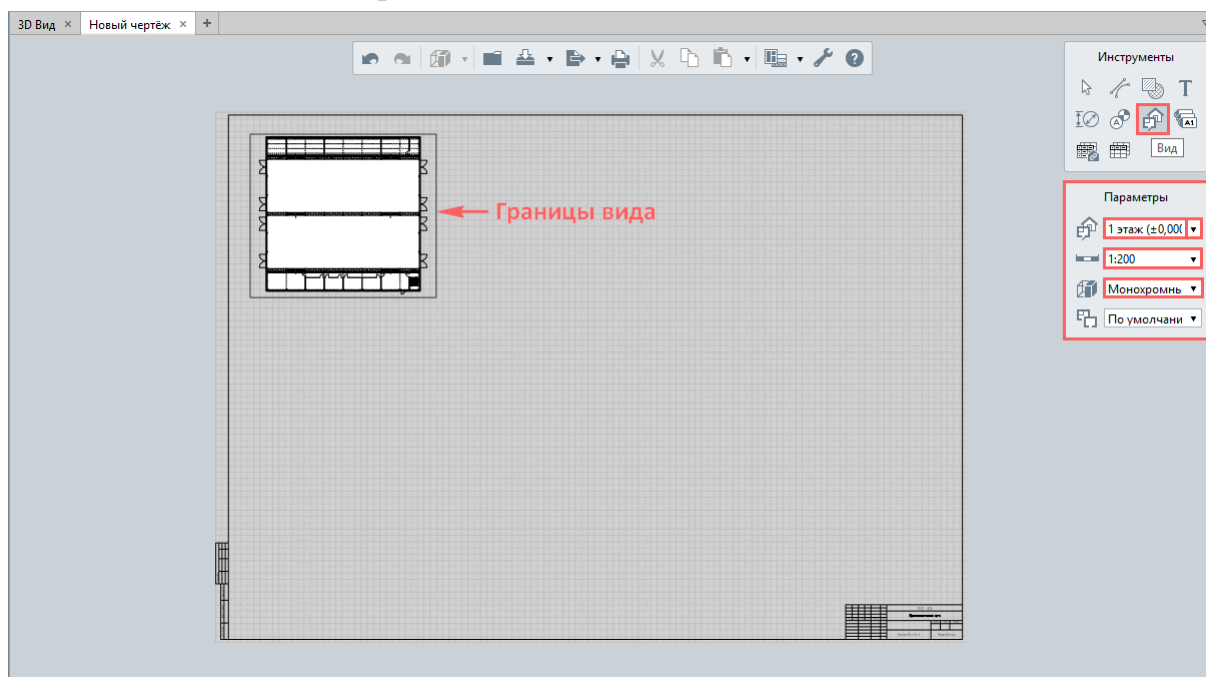


Для преднастройки стилей текста (каждый стиль определяет размер, семейство и начертание шрифта), которые будут использоваться при оформлении чертежей предусмотрен специальный редактор в меню  Управление стилями -> **FF** Стили текста. Стандартный набор включает два стиля, настроенные в соответ-

ствии с ГОСТ.

Для того чтобы добавить план первого этажа нашего здания на чертеж, нужно применить инструмент  **Вид**, настроив его параметры. В списке доступных видов содержатся *все уровни, разрезы и фасады, настроенные* в 3D-виде.

Выбираем  уровень 1-го этажа. Настраиваем  Масштаб вида для данного чертежа (примем 1:200), указываем  Визуальный стиль (стандартно: для планов и разрезов применяем *монохромный* стиль, для цветowych решений фасадов - *цветной* и для видимости армирования в Renga Structure - *каркас*). И, также, настраиваем  Стиль отображения. Оставим стиль отображения «По умолчанию», вставим вид на лист чертежа (щелчком левой кнопки мыши) и чуть позже настроим для него стиль отображения.




Для копирования и перемещения вида можем использовать набор стандартных действий, и также копировать и перемещать вид за его характерные точки. Зажимая клавишу Alt, переносим вид.

При перемещении характерной точки только левой кнопкой мыши, мы видим, как изменяются **границы видимости** нашего вида на чертеже. Таким образом, можно настроить видимые границы вида, а именно - сформировать и *фрагменты*, и *узлы* на чертеже.

С любого вида можно перейти к нему двойным щелчком левой кнопкой мыши. При переходе с плана на соответствующий уровень, мы можем внести из-

менения в модель, добавить или удалить объекты, настроить параметры уровня.


Настроим **стиль отображения** для размещенного на чертеже вида. Стиль отображения можно выбрать или открыть для изменения/создания нового из параметров конкретного размещенного на чертеже вида. А также из меню основной панели  Управление стилями – Стили отображения. При этом, важно помнить, что стиль отображения (также, как и другие стили в системе Renga), при перенастройке изменит внешний вид всех видов, к которым он применен. То есть, если вы хотите настроить некоторые особенности отображения отдельного размещенного на чертеже вида, лучше всего продублировать стиль и соответствующим образом обозначить его наименование.

Стили отображения

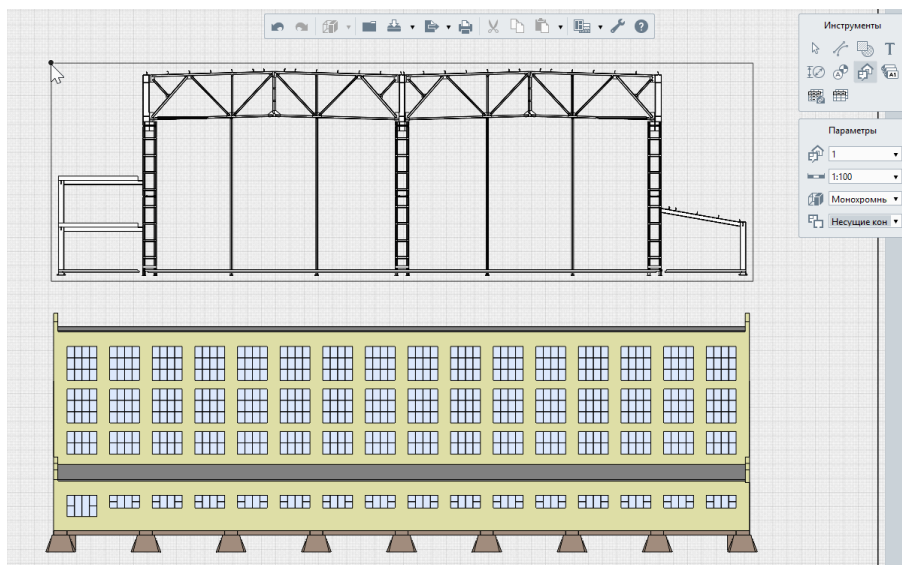
	Видимость	Уровень детализации	Проекция			Сечение				
			Тип	Толщина	Цвет	Тип	Толщина	Цвет	Штриховки	
									Тип	Цвет
<input type="checkbox"/> Арматурные детали	Упрощенное			0.20	■ Черный		0.50	■ Черный	Авто	■ Черный
<input type="checkbox"/> Арматурные изделия	Упрощенное			0.20	■ Черный		0.50	■ Черный	Авто	■ Черный
<input checked="" type="checkbox"/> Балки	Упрощенное			0.20	■ Черный		0.50	■ Черный	Авто	■ Черный
<input checked="" type="checkbox"/> Двери	Условное									
<input type="checkbox"/> Качающееся полотно				0.20	■ Черный					
<input type="checkbox"/> Поворот				0.20	■ Черный					
<input type="checkbox"/> Полотно				0.20	■ Черный		0.50	■ Черный	Авто	■ Черный
<input checked="" type="checkbox"/> Колонны	Детальное			0.20	■ Черный		0.50	■ Черный	Авто	■ Черный
<input type="checkbox"/> Крыши	Детальное			0.20	■ Черный		0.50	■ Черный	Авто	■ Черный
<input type="checkbox"/> Ленточные фундаменты	Детальное			0.20	■ Черный		0.50	■ Черный	Авто	■ Черный
<input checked="" type="checkbox"/> Лестницы	Детальное			0.20	■ Черный		0.50	■ Черный	Авто	■ Черный
<input type="checkbox"/> Стрелка направления подъема				0.20	■ Черный					
<input checked="" type="checkbox"/> Линии модели	Условное									
<input checked="" type="checkbox"/> Ограждения	Условное									
<input type="checkbox"/> Балюсины				0.20	■ Черный		0.50	■ Черный	Авто	■ Черный
<input type="checkbox"/> Поручень				0.20	■ Черный		0.50	■ Черный	Авто	■ Черный
<input checked="" type="checkbox"/> Окна	Условное									
<input type="checkbox"/> Конструкция окна				0.20	■ Черный		0.50	■ Черный	Авто	■ Черный
<input type="checkbox"/> Открытие внутрь				0.20	■ Черный					
<input type="checkbox"/> Открытие наружу				0.20	■ Черный					
<input type="checkbox"/> Отлив				0.20	■ Черный		0.50	■ Черный	Авто	■ Черный
<input type="checkbox"/> Подоконник				0.20	■ Черный		0.50	■ Черный	Авто	■ Черный
<input checked="" type="checkbox"/> Пандусы	Детальное			0.20	■ Черный		0.50	■ Черный	Авто	■ Черный
<input type="checkbox"/> Стрелка направления подъема				0.20	■ Черный					
<input checked="" type="checkbox"/> Перекрытия	Детальное			0.20	■ Черный		0.50	■ Черный	Авто	■ Черный
<input checked="" type="checkbox"/> Границы слоев				0.20	■ Черный		0.20	■ Черный		
<input type="checkbox"/> Помещения	Детальное			0.20	■ Черный					
<input checked="" type="checkbox"/> Сборки	Детальное			0.20	■ Черный		0.50	■ Черный	Авто	■ Черный
<input checked="" type="checkbox"/> Стены	Детальное			0.20	■ Черный		0.50	■ Черный	Авто	■ Черный
<input type="checkbox"/> Границы слоев				0.20	■ Черный		0.20	■ Черный		
<input type="checkbox"/> Столбчатые фундаменты	Детальное			0.20	■ Черный		0.50	■ Черный	Авто	■ Черный
<input checked="" type="checkbox"/> Тексты модели	Условное									
<input type="checkbox"/> Технологическая арматура	Детальное			0.20	■ Черный		0.50	■ Черный	Авто	■ Черный
<input checked="" type="checkbox"/> Штриховки модели	Условное									
<input type="checkbox"/> Элементы	Детальное			0.20	■ Черный		0.50	■ Черный	Авто	■ Черный

OK Отмена

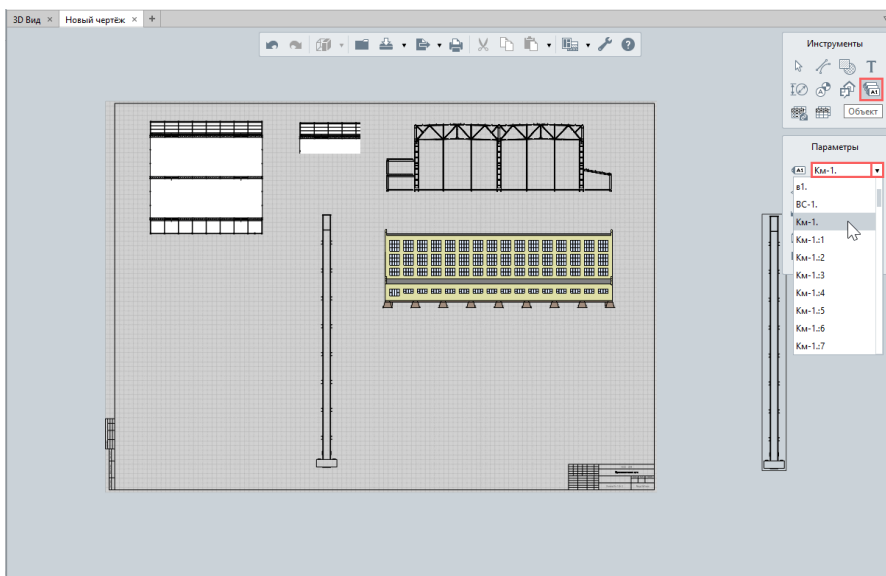
Выбор стиля отображения позволяет вставить на чертеж только определенный набор объектов, из тех, которые есть в модели. Кроме того, в разных стилях отображение объектов может быть настроено по-разному. Любой стиль отображения можно применить к любому виду или объекту.


Добавим  виды разреза и фасада в масштабе 1:100 (фасад настроим в цветном визуальном стиле и применим стиль отображения «По умолчанию», для


разреза применим стиль отображения «Несущие конструкции»). Измените стили отображения и посмотрите, как меняется отображение объектов на чертеже.

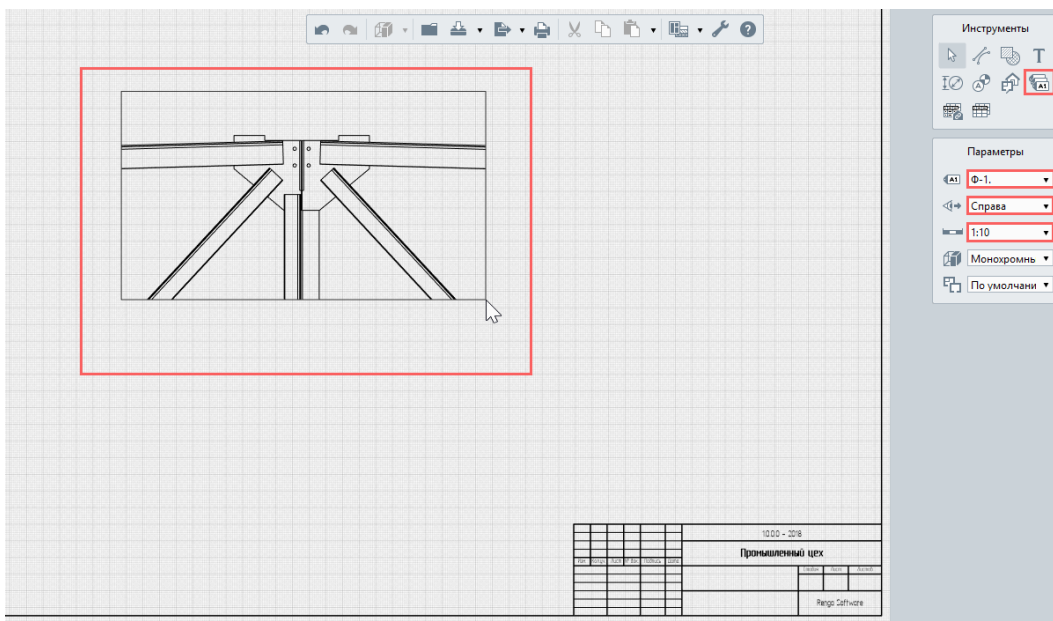


Вид отдельного объекта и узел



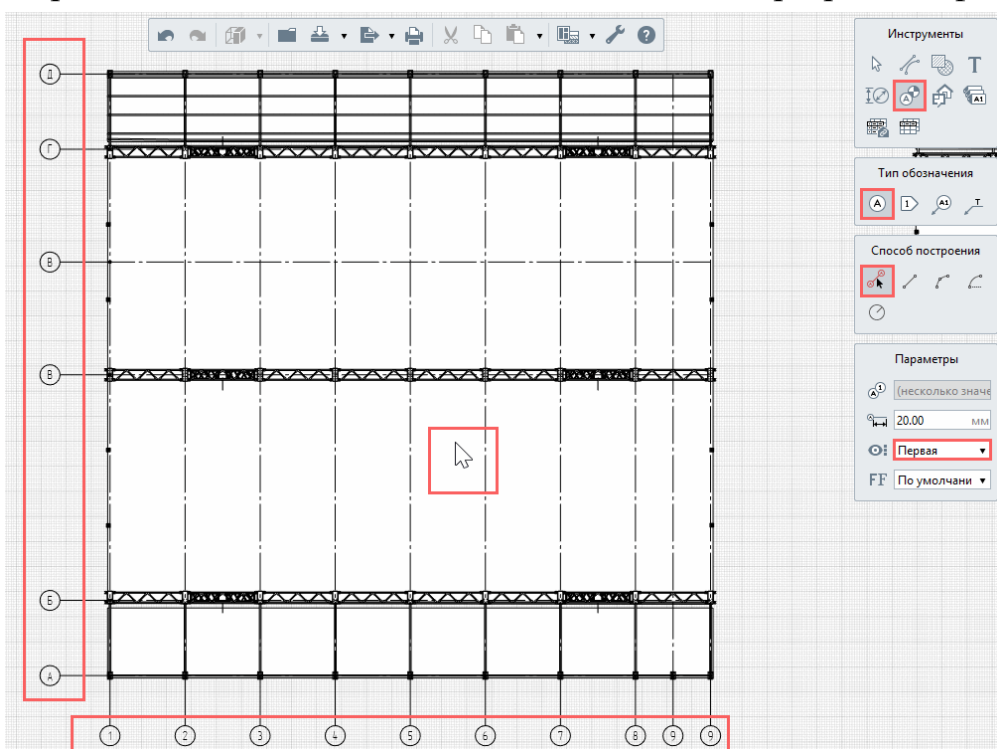
Вид отдельного  **Объекта**, в том числе Сборки и каждой ее детали, можно разместить на чертеже, указав *Марку* объекта и направление взгляда (обратите внимание, что для размещения детали сборки нужно выбирать значение марки детали через двоеточие после значения марки сборки).




По алгоритму, приведенному для формирования фрагмента плана, подготовим **узел** фермы. Для этого воспользуемся инструментом  **Объект** и выберем по марке ферму, реализованную в модели инструментом Сборка. Разместим ферму на чертеж в требуемом масштабе и, управляя границами вида, настроим ее видимые элементы в узле.




Обозначения, размеры и высотные отметки

Поработаем с обозначениями на наших планах, разрезах и фасадах.

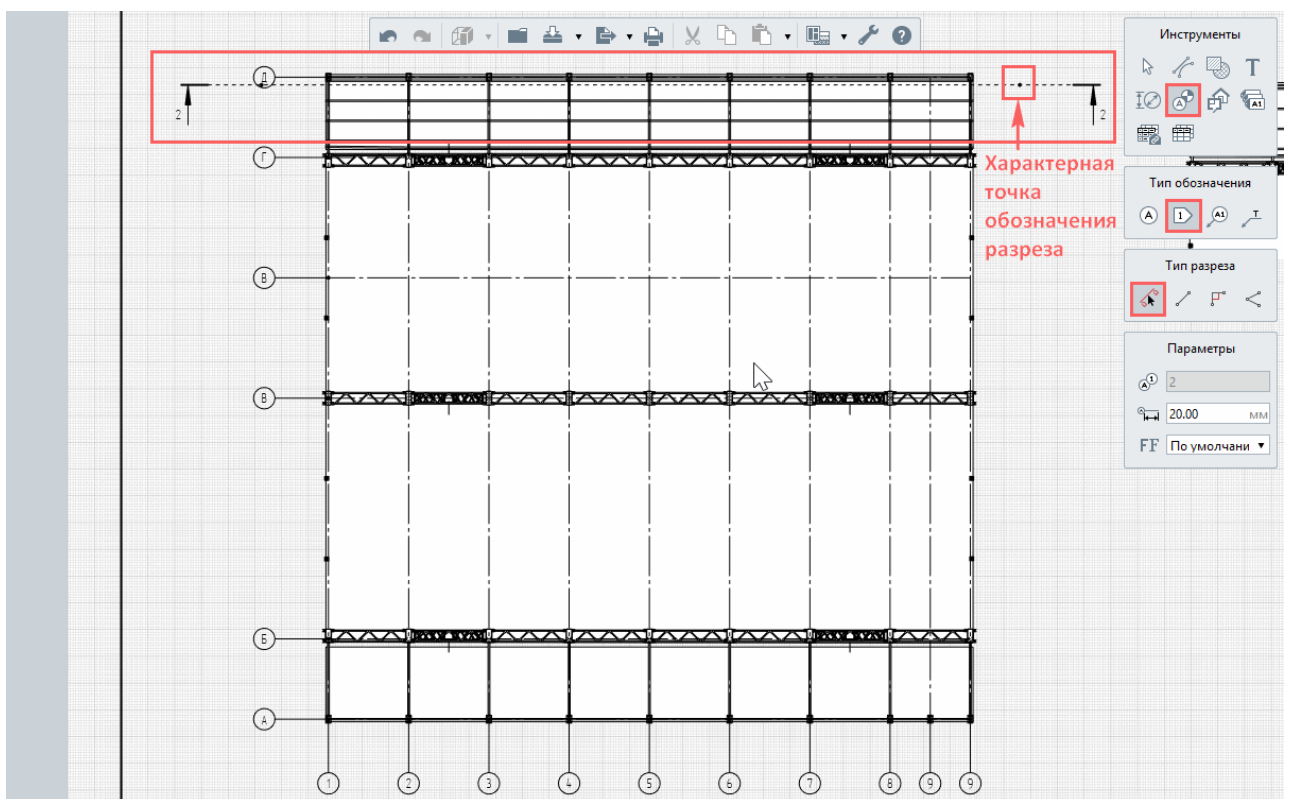


В первую очередь перенесем оси и обозначения разрезов, которые обозначены в 3D- виде модели. Для этого: выберем  Обозначение  Ось и способ построения  Автоматически по виду. Настроим параметры оси (см. рисунок). Наведем на вид и увидим, что оси можно перенести из модели. Для подтверждения щелкнем левой кнопкой мыши на соответствующий вид и зафиксируем


ем оси.

То же самое сделаем с обозначениями размеров (для плана) – предварительно необходимо разместить размеры на 3D виде; и разрезов, применив способ построения  Автоматически по виду. Также эти обозначения возможно отредактировать в самой чертеже, работая с их характерными точками (что не повлияет на их расположение в модели).

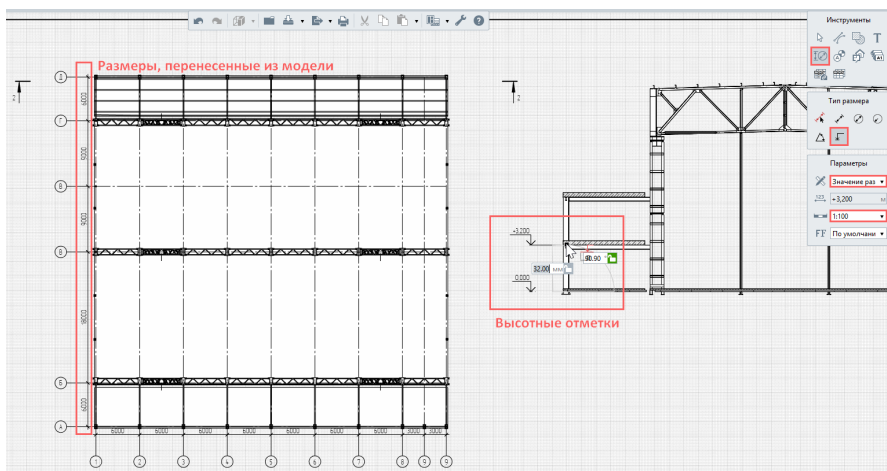
❗ Важная заметка по работе с размерами в 3D-модели. Размеры являются ассоциативными с чертежами - ассоциативно связываться они будут только если правильно привязаться в модели - а именно к грани объекта. Тогда при переносе или изменении объекта, на чертеже поменяется размер без дополнительных настроек и команд.




Мы всегда можем образмерить вид с помощью других типов размеров: линейного, радиального, углового, указав при этом нужный *масштаб*. Размер будет вычислен точно по построенным размерам в модели. Но, при определенной необходимости, есть возможность вместо измеренного размера установить текстовое значение.

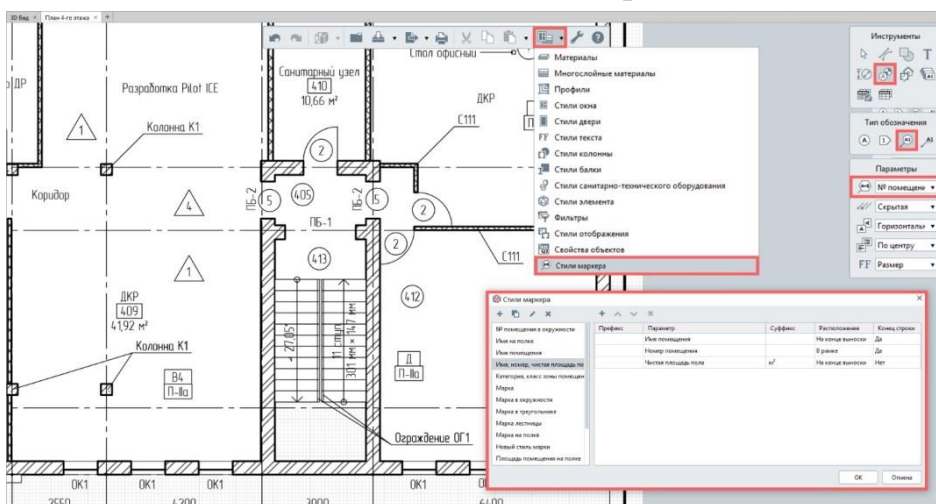
Для разрезов и фасадов можно определять  Высотные отметки. Необходимо знать уровень нуля и от него вести построение высотной отметки, также

указав нужный масштаб. Рекомендуется сводить все высотные отметки в одну из начальную точку построения (нулевую отметку) для одного вида.



Маркер



Важным инструментом обозначения является Маркер. С помощью  этого инструмента можно вывести на чертеж любое пользовательское свойство, будь то марка, имя, тип, расчетная характеристика, размеры замаркированного объекта и т.п. Выводимое значение будет ассоциативно связано с объектом в 3D-модели и при изменении его свойства, изменится и марка.



Для маркера мы можем настроить набор стилей, который позволит, к примеру, отображать соответствующим образом марки дверей, окон, колонн и т.д. В качестве наглядного примера на рисунке приведен план, оформленный с применением данного инструмента.

Также благодаря настраиваемому стилю маркера, пользователь может создавать сложные выносные надписи, состоящие из нескольких свойств объекта в

различном оформлении.

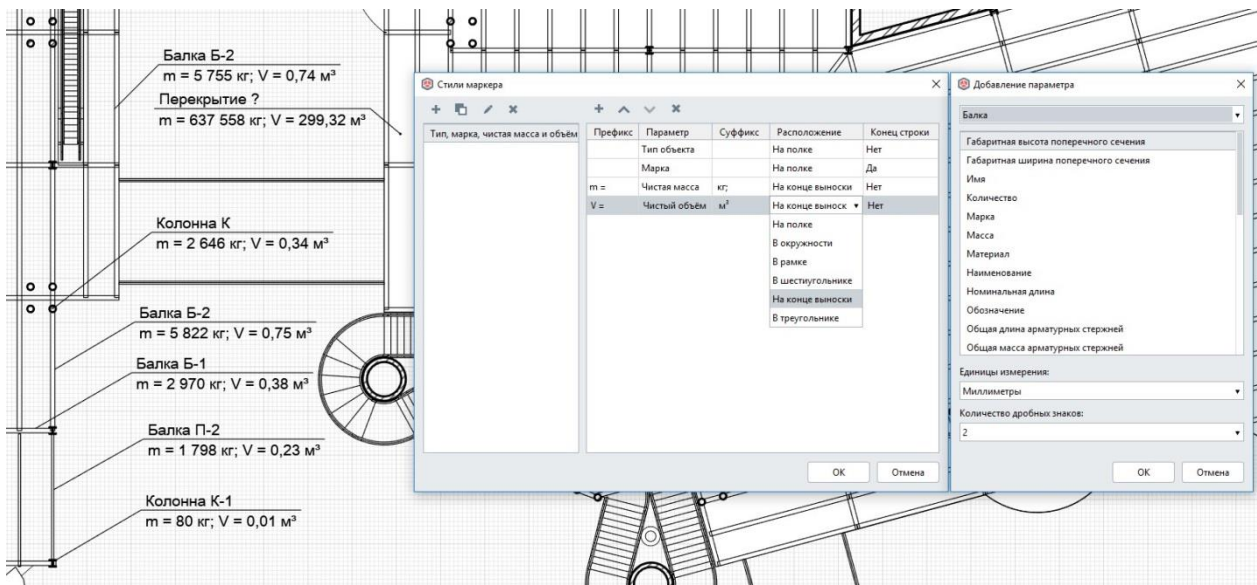
Создание новой марки или редактирование существующей происходит в редакторе  Стили маркера, доступ к которому возможен из меню  Управление стилями.

Рассмотрим для примера создание пользовательской марки, которая будет отображать на чертеже Тип объекта, Марку, а также Чистую массу и Чистый объем.

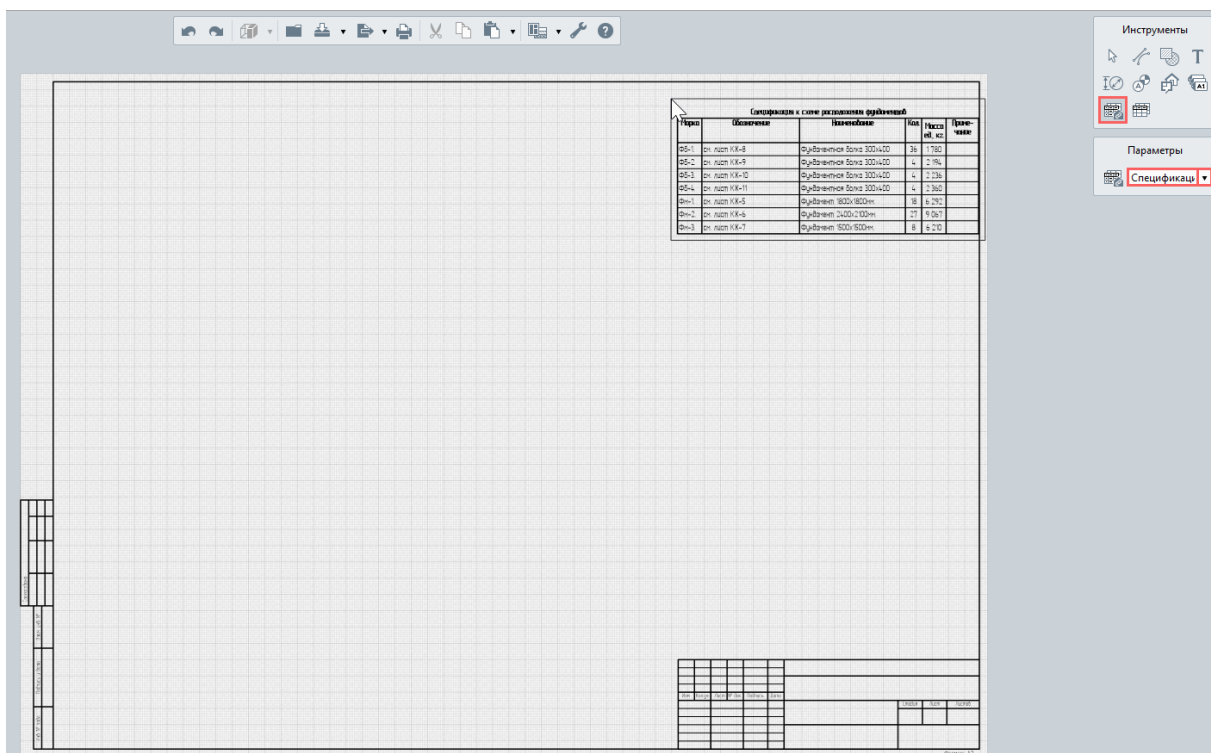
Интерфейс окна «Стили маркера» привычен для пользователя. В левой части находится список, в котором отображается список уже созданных стилей маркера, а также находятся кнопки создания нового или редактирования существующего. В правой части происходит настройка конфигурации маркера путем добавления нужного параметра. Маркер может выводить неограниченное количество пользовательских атрибутов. В нашем случае добавлены 4 атрибута (см. рисунок ниже), каждый из которых размещается в своей строке. Атрибутам можно добавить префикс, т.е. текст, который будет отображаться перед ним; суффикс (текст, который будет отображаться после него); выбрать расположение параметра, т.е. будет ли он располагаться в круге, на конце выноски, в рамке и т.д. Последний параметр, который называется «Конец строки» определяет будет ли после атрибута переход на новую строку или же маркер будет конструироваться дальше в строчку.

У нашего маркера первые два параметра «Тип объекта» и «Марка» будут располагаться на первой строке, а остальные – на второй, поэтому после второго атрибута «Марка» стоит перенос на новую строку (Конец строки - Да). Также эти атрибуты будут располагаться на полке (Расположение – На полке). У параметров «Чистая масса» и «Чистый объем» добавлены префиксы и суффиксы – они вводятся по двойному щелчку мыши в соответствующем поле. Расположение для них выбрано по умолчанию, т.е. на конце выноски.

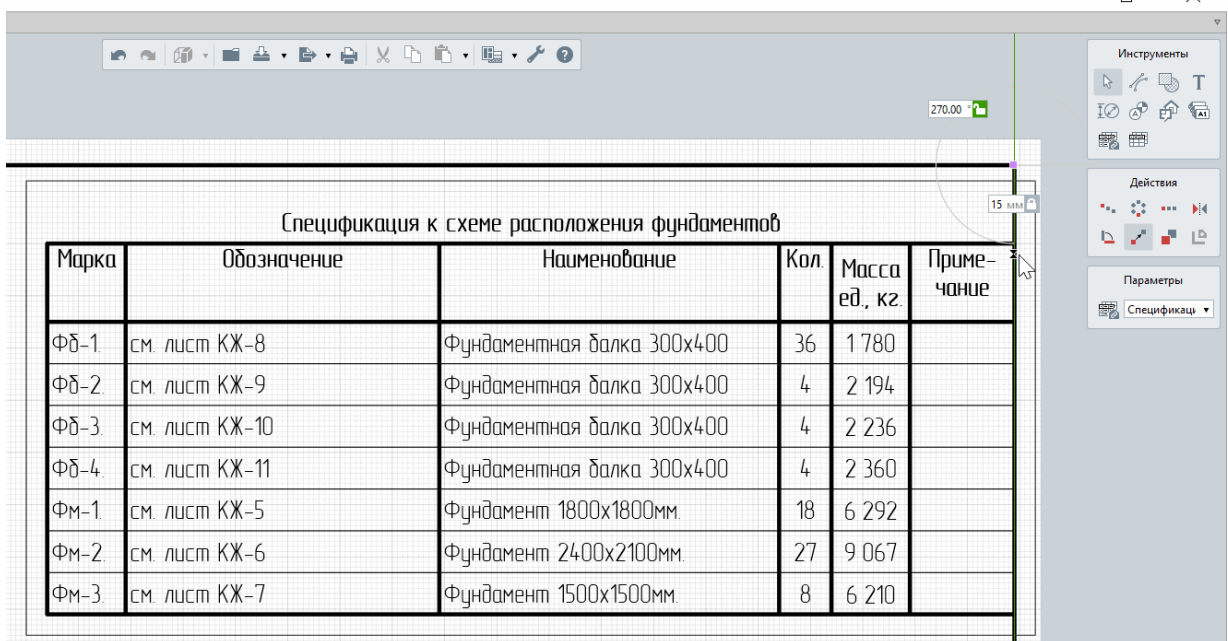
С помощью созданного маркера можно замаркировать любые конструктивные элементы на чертеже, потому что выбранные атрибуты есть у многих объектов модели.



Размещение таблиц и спецификаций



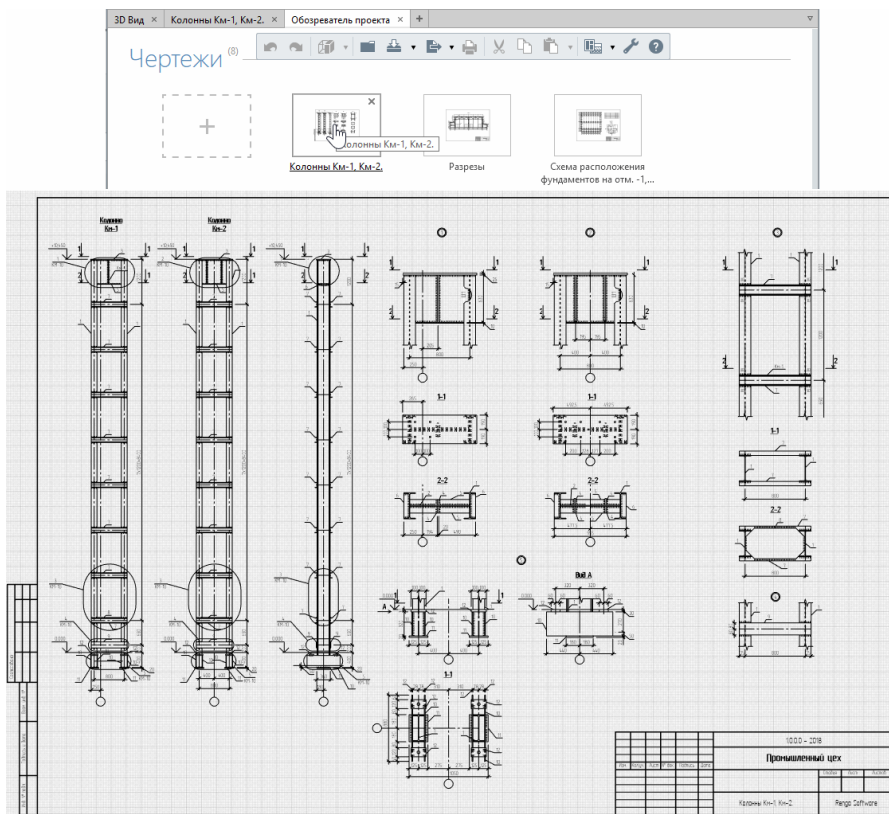
На чертеже мы можем разместить существующую в проекте таблицу или спецификацию, указав в параметрах, какая из них нам требуется. Двойным щелчком левой кнопки мыши можно перейти в саму таблицу и спецификацию.







Марка	Обозначение	Наименование	Кол	Масса ед., кг	Примечание
Фб-1	см. лист КЖ-8	Фундаментная балка 300x400	36	1 780	
Фб-2	см. лист КЖ-9	Фундаментная балка 300x400	4	2 194	
Фб-3	см. лист КЖ-10	Фундаментная балка 300x400	4	2 236	
Фб-4	см. лист КЖ-11	Фундаментная балка 300x400	4	2 360	
Фм-1	см. лист КЖ-5	Фундамент 1800x1800мм.	18	6 292	
Фм-2	см. лист КЖ-6	Фундамент 2400x2100мм.	27	9 067	
Фм-3	см. лист КЖ-7	Фундамент 1500x1500мм.	8	6 210	

Точно разместить спецификацию относительно штампа поможет использование команд на панели действий и привязок отслеживания.

☐ Дополнительные инструменты оформления



Дополнительными инструментами-помощниками являются:  Линия,  Штриховка, **T** Текст и  Обозначения ->  Выносная надпись. С помощью данных инструментов, при необходимости, происходит конечное оформление узлов,

фрагментов и других видов из модели.

ЛЕКЦИЯ 9. ИСПОЛЬЗОВАНИЕ АРХИВНЫХ НАРАБОТОК



При переходе к применению технологии информационного моделирования важно сохранить и преумножить собственный архив ранее созданных проектов и аналогов проектирования.


В системе Renga наработанный архив двухмерных чертежей может быть трансформирован в полноценную информационную 3D-модель проектируемого по аналогии с существующим проектом здания или сооружения. Краткое описание этого процесса на наглядном примере приведено в разделе «2D-чертежи в основании 3D-модели».



Двухмерные чертежи (к примеру, содержащие проработанные узлы решений, которые применяются во вновь создаваемом уже по технологии информационного моделирования проекте) могут быть добавлены в файл, содержащий информационную модель – в графическом редакторе чертежей.




Если на предприятии была внедрена или частично внедрена технология информационного моделирования с использованием различных BIM-решений, то раздел «Импорт модели из формата *.IFC» поможет встроить созданные с их помощью наработки моделей в систему Renga для дальнейшей проработки проектных решений и получения документации.

Bim-система Renga позволяет использовать наработанный архив двухмерных чертежей при создании трехмерной информационной модели. поэтажные планы могут быть использованы в качестве подосновы для формирования этажей – уровней в модели.

Для этого достаточно выбрать функцию основной панели Вставить из  и выбрать нужный файл чертежа, хранящийся в САПР-формате – *.dwg или в открытом формате обмена *.dxf. Далее добавить чертеж на 3D-сцену, разместив на активном уровне модели в требуемом  масштабе. Чертеж преобразуется в набор линий, штриховок, размеров и текста на плоскости.

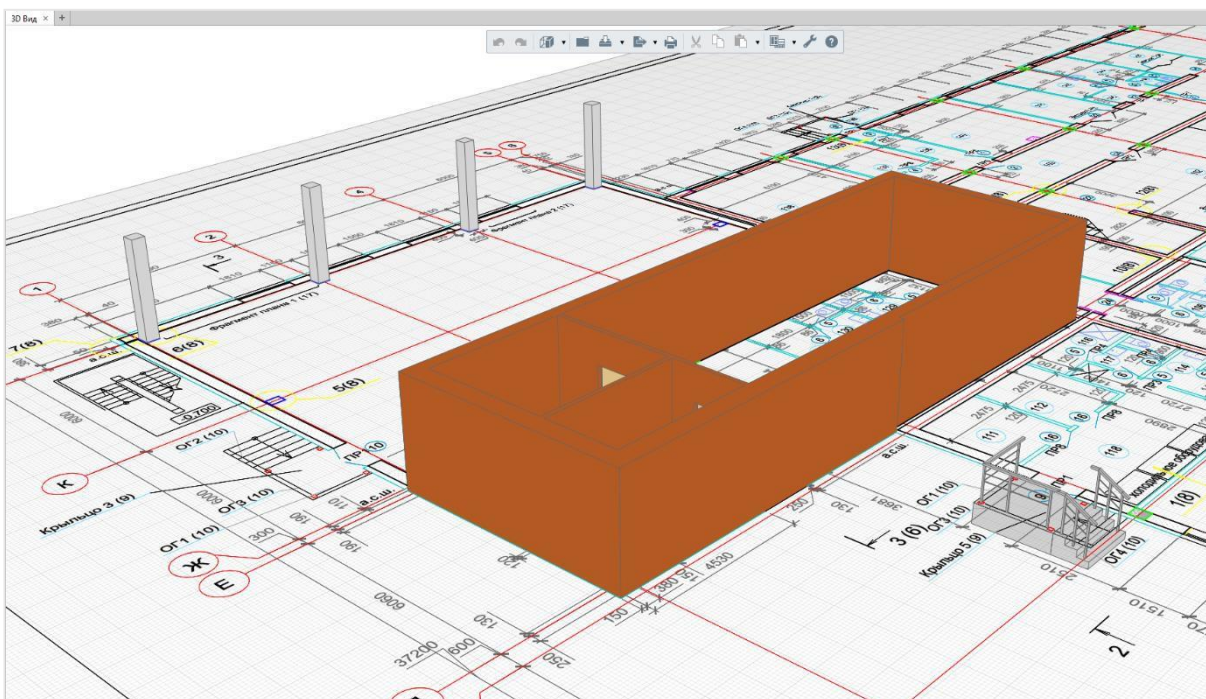
Инструмент  размер позволит измерить расстояния между линиями чертежа.

Используя импортированный чертеж в качестве подложки, на новом уровне с той же высотной отметкой строятся  стены  по подобию изображающих их на чертеже подложки линий.




Таким же образом строятся все необходимые в данном проекте конструкции, к примеру крыльцо (инструментом  Перекрытие),  лестница и  колонны.



Затем, с помощью автоматизированных средств формируются ассоциативные спецификации и экспликации.

К примеру (только для системы Renga Architecture), для формирования автоматической экспликации помещений (+ Открыть Обзоратель проекта -> Спецификации -> Экспликация помещений), нужно воспользоваться инструментом Помещение и обозначить требуемые помещения автоматическим (Автоматически по точке и Автоматически по подобию) или ручным (например, Прямая по двум точкам) способом построения. Площадь помещения будет вычислена и занесена в экспликацию помещений автоматически (после того, как в помещениях будут построены нижние перекрытия или полы).

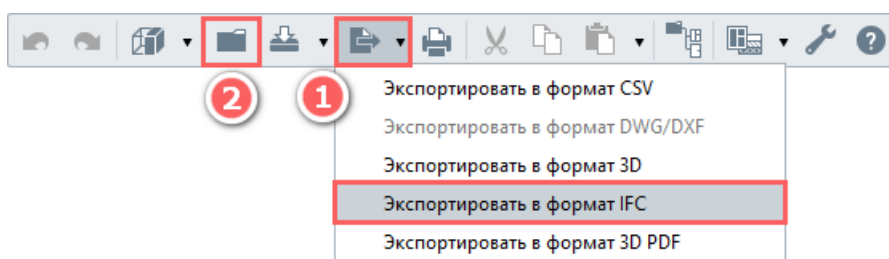


Для того чтобы закрепить навыки использования двухмерных чертежей форматов *.dwg/*.dxf, экспортируйте чертеж, созданный в Renga, из графического редактора в один из этих форматов; создайте новый проект в системе Renga и импортируйте данный чертеж на 3D сцену с помощью команды Вставить из. Используйте два уровня на одной отметке (к примеру, «Подложка 1 этажа» и «1 этаж») для того, чтобы подложку можно было удалить вместе с содержащим ее уровнем после построения всех требуемых трехмерных объектов модели.

Renga дает возможность использовать архив двухмерных чертежей также и в 2D- редакторе, с помощью одноименной функции Вставить из  на основной панели. Для этого достаточно выбрать функцию основной панели Вставить из  и выбрать нужный файл чертежа, хранящийся в САПР-формате - .dwg или в открытом формате обмена - .dxf. Далее разместить чертеж на листе в требуемом масштабе . Объекты импортированного чертежа преобразуются в набор линий, штриховок, размеров и текста.

Уровень, содержащий чертеж, возможно использовать для формирования фрагментов и узлов в 2D-редакторе, используя инструмент  Вид с настройкой  масштаба и границ. Импорт модели из формата *.IFC


Для того чтобы освоить навыки импорта и экспорта моделей в формате *.IFC (*Industry Foundation Classes – формат данных с открытой спецификацией*), экспортируйте в этот формат модель, созданную в Renga из 3D вида; запустите систему Renga, со стартовой страницы вызовите команду «Открыть...», укажите формат «IFC 2x3 (*.ifc)» и выберите только что сохраненный в данном формате файл. Таким же образом можно открыть модель, созданную с применением любого BIM-решения и сохраненную в формате *.IFC.



Основные положения по определению объектов из IFC модели после передачи в систему Renga - два возможных варианта преобразования объектов в модели после передачи:

1 – Объект передается *параметрически*, то есть преобразуется в соответствующий объект Renga, и его параметры и свойства доступны для редактирования (параметрически передаются те объекты, которые созданы в соответствии с базовой конфигурацией, описанной в спецификации IFC 2x3).

2 – Объект в модели представлен *непараметрически*. Тогда он не преобразуется в объект Renga и определяется только геометрическими данными; доступны операции по его перемещению, копированию, отображению в мо-


дели и на плоских видах (так как такой объект преобразуется в объект твердотельной геометрии). Также данный IFC-объект обретает ряд  дополнительных параметров для последующей работы с ним в модели Renga.


При импорте/экспорте IFC-модели передаются с материалами, свойства которых можно отредактировать (цвет, штриховка, физические свойства).

3D-объекты, над которыми были совершены логические операции вырезания, например, стены, подрезанные крышей, или с вырезами под балки, будут передаваться в IFC непараметрически, т.е. только геометрия.

Непараметрическое описание окон из формата IFC преобразовывается в стили окон Renga. При импортировании IFC-файла с непараметрически описанными окнами в 3D-модели будут показаны оконные проемы с заполненными 3D-элементами. Цвет будет соответствовать цвету материала окна, назначенному в исходной программе. При этом на панели Параметров станет доступно редактирование стиля окна, станет возможным добавлять пользовательские свойства для стиля.



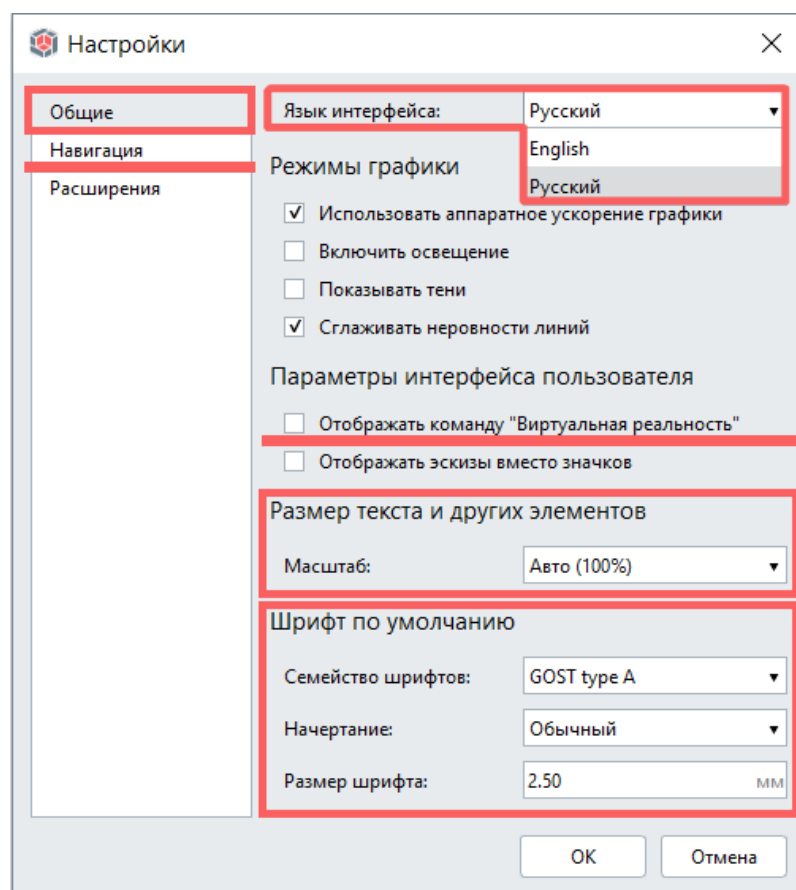
Команда  Настройки расположена на стартовой странице и на основной панели.

Ознакомиться со всеми настройками системы поможет соответствующий раздел справки  «Настройки».

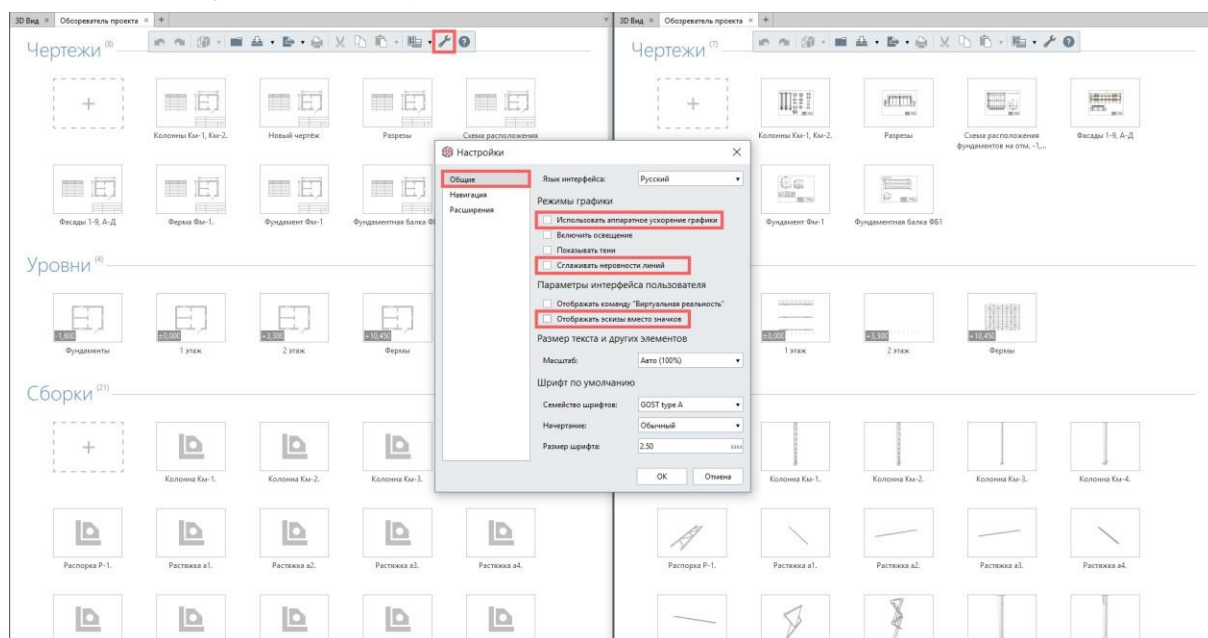
Настройка *языка* позволит выбрать русский или английский язык интерфейса.


Применение настроек, отвечающих за *режим виртуальной реальности и навигации* в проекте приведено в соответствующем разделе.

Значение *масштаба* текста и других элементов рекомендуется устанавливать 200% в случае демонстрации работы интерфейса программы с применением проекторов и крупногабаритных экранов. В остальных случаях, в частности при работе над проектированием объектов, рекомендовано использовать автоматический масштаб со значением 100%.



При необходимости перенастраивается *тип шрифта*, используемый по умолчанию для нанесения размеров и обозначений на чертеже (при выборе значения "По умолчанию").



ВМ-система Renga предоставляет возможность создавать информативные объемные модели зданий и сооружений, получая и оформляя комплекты требуемых чертежей. При этом система предъявляет  технические требования, поддерживаемые силами даже маломощных ресурсов. Для

облегчения работы системы на портативных компьютерах также существует опция настройки отображения миниатюр разделов обозревателя проекта в виде значков. Для того чтобы отрисованные эскизы отображения миниатюр чертежей, уровней, сборок, разрезов и фасадов заменились стандартными значками, необходимо в общем разделе настроек отключить опцию *«Отображать эскизы вместо значков»*. Тогда для объемного проекта на портативном компьютере первичная загрузка обозревателя проекта станет в разы оперативнее.

К повышению производительности приведет также *отключение аппаратного ускорения графики и сглаживания неровностей линий*.

СПИСОК ИСПОЛЬЗУЕМЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Конструирование в Renga Sctructure. Учебное пособие. Renga Software, г. Санкт-Петербург, 2018 г.
2. Проектирование зданий и сооружений в Renga Architecture. Учебное пособие. АСКОН, 2016 г.
3. Букварь Renga. Renga Software, г. Санкт-Петербург, 2022 г.

ОГЛАВЛЕНИЕ

ПРЕДИСЛОВИЕ.....	3
ЛЕКЦИЯ 1. ВВЕДЕНИЕ. ОБЩИЕ ПРИНЦИПЫ ТЕХНОЛОГИИ BIM...	5
ЛЕКЦИЯ 2. БАЗОВЫЙ ИНСТРУМЕНТАРИЙ СИСТЕМЫ Renga.....	12
ЛЕКЦИЯ 3. СОСТАВ И ПРИНЦИПЫ РАБОТЫ С ПРОЕКТОМ.....	23
ЛЕКЦИЯ 4. МОДЕЛИРОВАНИЕ В СИСТЕМЕ Renga.....	31
ЛЕКЦИЯ 5. КОНСТРУИРОВАНИЕ В СИСТЕМЕ Renga.....	44
ЛЕКЦИЯ 6. ПРОЕКТИРОВАНИЕ ИНЖЕНЕРНЫХ СИСТЕМ.....	55
ЛЕКЦИЯ 7. БАЗОВЫЕ ПРИЕМЫ ДОКУМЕНТИРОВАНИЯ.....	65
ЛЕКЦИЯ 8. СОХРАНЕНИЕ, ПЕЧАТЬ И ПОКАЗ МОДЕЛИ.....	72
ЛЕКЦИЯ 9. ИСПОЛЬЗОВАНИЕ АРХИВНЫХ НАРАБОТОК.....	85
СПИСОК ИСПОЛЬЗУЕМЫХ ИСТОЧНИКОВ.....	91
ОГЛАВЛЕНИЕ.....	92

Учебное издание

Гаврилов Михаил Александрович

**ИНФОРМАЦИОННОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ
В СТРОИТЕЛЬСТВЕ**

Курс лекций

по специальности 08.05.01

«Строительство уникальных зданий и сооружений»

В авторской редакции

Верстка

Подписано в печать 18.01.2021. Формат 60х84/16.

Бумага офисная «Снегурочка». Печать на ризографе.

Усл.печ.л 7,55. Уч.-изд.л. 8,125. Тираж 80 экз.

Заказ № 153.

Издательство ПГУАС.
440028, г. Пенза, ул. Германа Титова, 28.