

Создание отечественной универсальной компьютерной среды для подготовки проектной документации и комплексного инженерного анализа деревянных конструкций

Владимир Шелофаст, Николай Пряничников, Вадим Шелофаст, Сергей Розинский

В статье дана информация о новом разрабатываемом в НТЦ «АПМ» продукте, посвященном автоматизации проектных работ в области деревянного домостроения. Этот специализированный архитектурный редактор позволит связать работу архитектора, проектировщика и расчетчика воедино и минимизировать количество потенциальных ошибок за счет автоматизации передачи информации между этапами проектирования и расчета, а также автоматизации выдачи необходимой графической документации.

Российская Федерация располагает самыми большими в мире лесными запасами, которые можно эффективно использовать как для индивидуального, так и для малоэтажного строительства. Деревянное домостроение — это доступный и довольно дешевый вид строительства. Принимая во внимание низкие цены на древесину и продукты ее переработки, можно утверждать, что доступность и дешевизна строительства в целом может быть обеспечена за счет ускорения проектно-конструкторских работ, а также повышения скорости выполнения монтажных работ.

Очевидно, что пути повышения производительности труда и сокращения сроков строительства следует искать в совершенствовании процесса подготовки проекта. Значительное ускорение при выполнении проектно-конструкторских работ может быть достигнуто за счет использования совершенного программного обеспечения как при создании архитектурного проекта, так и при подготовке проектной документации в целом.

Повышение скорости строительства возможно за счет эффективного использования производственной базы предприятия при минимальном выполнении монтажных работ непосредственно на стройплощадке.

Если ускорение монтажных работ зависит от организации

строительного процесса и эти работы уже оптимизированы, то наибольшие резервы для повышения скорости строительства необходимо искать в области проектирования. Эту деятельность можно организационно сформировать таким образом, что она будет способствовать существенному ускорению и качественному улучшению производительности труда проектировщика, который следует существенно автоматизировать.

В связи с этим основная надежда возлагается на создание совершенного программного обеспечения, которое берет на себя функции организатора архитектурного проектирования с получением подробной инженерной модели строительного объекта. В последующем эта модель может быть использована для реализации инженерного прочностного анализа, автоматизированной генерации чертежей строительных деталей и узлов, создания ведомостей, спецификаций и иных необходимых документов.

Краткий анализ отечественного рынка деревянного домостроения

Единственной специализированной отечественной компьютерной программой, которая стабильно присутствует на рынке домо-

строения из древесины, является система проектирования бревенчатых домов «КЗ-Коттедж». Эта программа позволяет автоматизировать проектирование определенного класса строительных объектов, поэтому ее нельзя считать универсальной. Используя отсутствие на российском рынке программ для этой области строительного проектирования, свободные ниши стали осваивать иностранные компании.

Зарубежные производители предлагают достаточно много программных продуктов, позволяющих либо только проектировать объекты деревянного домостроения без выполнения каких-либо прочностных расчетов (CadWork, Sema), либо помимо проектирования выполнять только отдельные виды расчетов (например, комплекс MiTek позволяет выполнить прочностной расчет и расчет соединений на металлических зубчатых пластинах (МЗП), но только для нескольких конфигураций стропильных систем и только применительно к МЗП собственного изготовления). Важно отметить, что зарубежные программные продукты не отвечают требованиям российских строительных норм, зачастую имеют нерутифицированные интерфейс и руководство пользователя, а также высокую стоимость.

Цены на эти программные продукты, равно как и объемы продаж, отсутствуют в открытом

Сравнительная стоимость зарубежных аналогов разрабатываемого программного продукта

Наименование ПО	Страна разработки	Примерная стоимость лицензии на первое рабочее место, руб. (по косвенным данным)
CadWork	Германия	840 000
Sema	Германия	750 000
MiTek	США	250 000 в год

Владимир Шелофаст

Д.т.н., генеральный директор НТЦ «АПМ», профессор МГТУ им. Н.Э. Баумана.

Николай Пряничников

Руководитель сектора строительной графики НТЦ «АПМ».

Вадим Шелофаст

Технический директор НТЦ «АПМ».

Сергей Розинский

Руководитель отдела продаж НТЦ «АПМ».

доступе — эти цифры продавцы сообщают только по официальному запросу потенциального покупателя, после согласования комплектации и условий поставки. Из различных источников, таких как Интернет, российские печатные издания (например, журнал «Лесная индустрия» № 5'2009) и российские строительные компании, которые проявляли заинтересованность в приобретении подобного программного обеспечения, мы получили некоторые ориентировочные данные, касающиеся цен ПО зарубежных производителей. Они свидетельствуют о том, что стоимость зарубежных программных продуктов весьма высока (см. таблицу). Приведенные в таблице данные, конечно, уже устарели, тем не менее, они позволяют ориентироваться в уровне затрат на перечисленное программное обеспечение.

Существенно уменьшить стоимость подобного программного

обеспечения и повысить его качество можно путем разработки аналогичного ПО отечественными компаниями. Это следует сделать еще и потому, что в России в настоящий момент действует программа импортозамещения.

А что вместо?

Учитывая актуальность и практическую значимость автоматизации проектных работ в области деревянного домостроения, компания НТЦ «АПМ» уже много лет успешно разрабатывает программное обеспечение для объектов строительного проектирования. В этой статье мы хотим рассказать читателям о нашей новой разработке в области деревянного домостроения.

Проект направлен на решение проблемы комплексной автоматизации проектно-конструкторских работ. Высокая степень автоматизации достигается путем объединения архитектурного редактора, инструментов инженерного анализа, генератора чертежной документации с единым форматом представления строительной конструкции. Учитывая современные тенденции при разработке технической и технологической документации, а также эксплуатационное сопровождение объекта, по завершении работ предусмотрено формирование

цифровой модели строительного объекта.

Эта цифровая модель создается автоматически по мере выполнения последовательных процедур: сначала с помощью трехмерного чертежно-графического редактора создается параметрическая архитектурная модель, состоящая из элементов строительных конструкций (стены, колонны, балки, ригели, перекрытия и т.д.), затем эта модель автоматически конвертируется в расчетную, которая и передается в среду инженерного анализа (CAE), и, наконец, в автоматическом режиме происходит генерация плоской чертежной документации.

В представленном аспекте разработанное программное обеспечение можно рассматривать как базовую составную часть процесса BIM, которая в будущем будет охватывать полный жизненный цикл объекта строительства.

Для того чтобы более детально продемонстрировать результаты работы программного обеспечения, обратимся к конкретным примерам. На рис. 1 приведен вариант визуализации архитектурного проекта объекта из древесины.

Более детальное представление об объекте можно получить, если визуализировать его несущую конструкцию. На рис. 2 показана каркасно-стержневая

модель, которая воспринимает всю совокупность действующих силовых факторов и определяет прочностные характеристики создаваемого объекта. Изображенный тип конструктивного решения называется каркасно-панельным.

Каркасно-панельное конструктивное представление строительного объекта не совсем удобно для выполнения расчетов на прочность, устойчивость, сейсмостойкость и т.д. Связано это с тем, что на конструкцию действуют различные нагрузки: нормативные, снеговые, ветровые, сейсмические и т.п. Для задания граничных условий нагружения и закрепления от конструктивной модели необходимо перейти к аналити-

ческой модели, приведенной на рис. 3. Эта модель реализует панельное представление объекта. Для подробного прочностного анализа необходимо воспользоваться каркасным представлением анализируемого объекта с приложенными к нему нагрузками (рис. 4). Процедура такого перехода выполняется автоматически, но в случае необходимости может проводиться ручная доработка.

На рис. 5 в качестве результата статического анализа приведена карта деформированного состояния каждого элемента строительной конструкции. Строительные расчеты прочности, жесткости, устойчивости, сейсмостойкости и другие можно выполнять в полном объеме

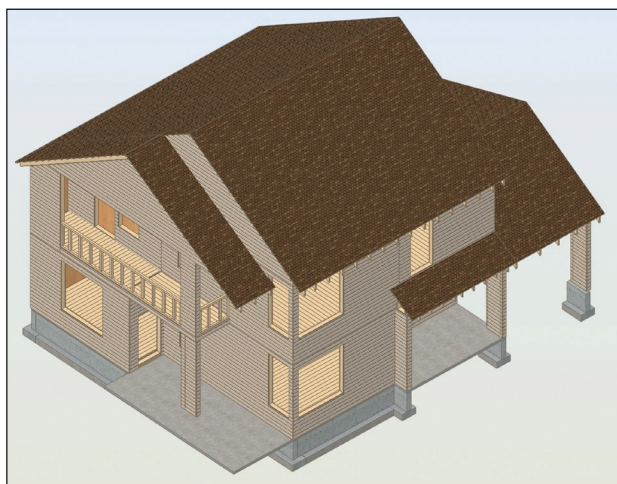


Рис. 1. Архитектурный проект двухэтажного дома

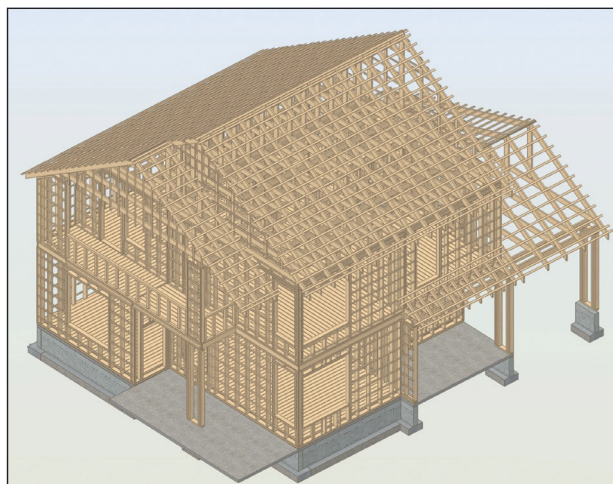


Рис. 2. Визуализация несущего каркаса дома

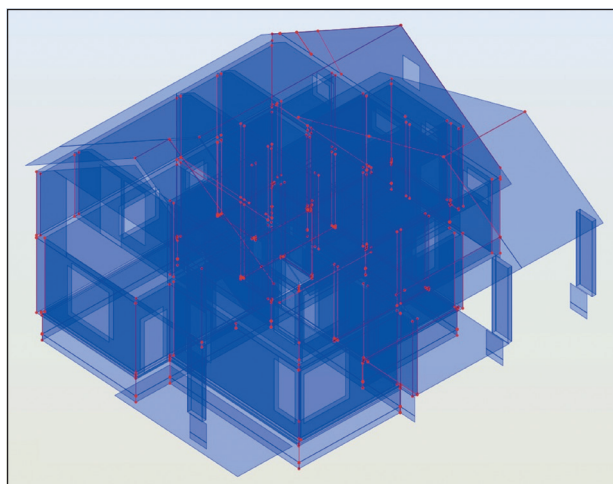


Рис. 3. Панельное представление дома

с использованием наших решений по первой и второй группе предельных состояний. Проведенные вычисления позволят обеспечить высокую вероятность неразрушения при минимальном расходе строительных материалов. Особенно это актуально для строительства серии однотипных объектов.

Технология создания архитектурного проекта. Основные возможности

Координатные оси и уровни. Задание координатных осей выполняется как в режиме плоской графики, так и в 3D-пространстве. Прямоуголь-

ные и радиальные координатные оси задаются с произвольными линейными и угловыми шагами (рис. 6). В трехмерном редакторе предусмотрена возможность задания горизонтальных уровней. В плоскостях уровней можно создавать эскизы, упрощающие дальнейшее построение модели.

Для удобства поэтажного выполнения проекта предусмотрена фиксация плоской поверхности заданием уровня (рис. 7).

В программном продукте реализованы возможности простановки размеров и задание текстовой информации (рис. 8).

Стены задаются по контуру и по высоте. Построение стен, как и других объектов, может выполняться как в пространственном представлении, так и в проекционных плоскостях. Стеновые панели привязаны по высоте, что предполагает их автоматическое перестроение при изменении параметров перекрытия (рис. 9).

Конструктивно стеновые панели могут иметь каркасную основу. Каркасное представление стеновых панелей может быть выполнено с использованием параметрических шаблонов либо вручную интерактивно в процессе подготовки трехмерной модели. При отсутствии нужного шаблона информация о нем может быть дополнена требуемой конфигурацией. Для реализации этих целей можно эффективно использовать параметрический редактор плоской графики, который является составной частью общего программного продукта. В качестве примера приведен каркасный вариант стеновой панели, полученный по шаблону в 2D-исполнении (рис. 10).

Модель стены может состоять из каркаса и нескольких несущих и/или декоративных слоев (рис. 11 и 12).

Технологически порядок создания стеновых панелей представлен на рис. 13.

Колонны и балки задаются в виде линейных отрезков соответствующего поперечного сечения. Геометрическая форма и размеры сечения могут быть любыми. Форму и размеры поперечного сечения можно задать как из встроенной библиотеки сечений, так и вводом геометрических параметров в плоском графическом редакторе. Примеры размещения колонн и балок представлены на рис. 14.

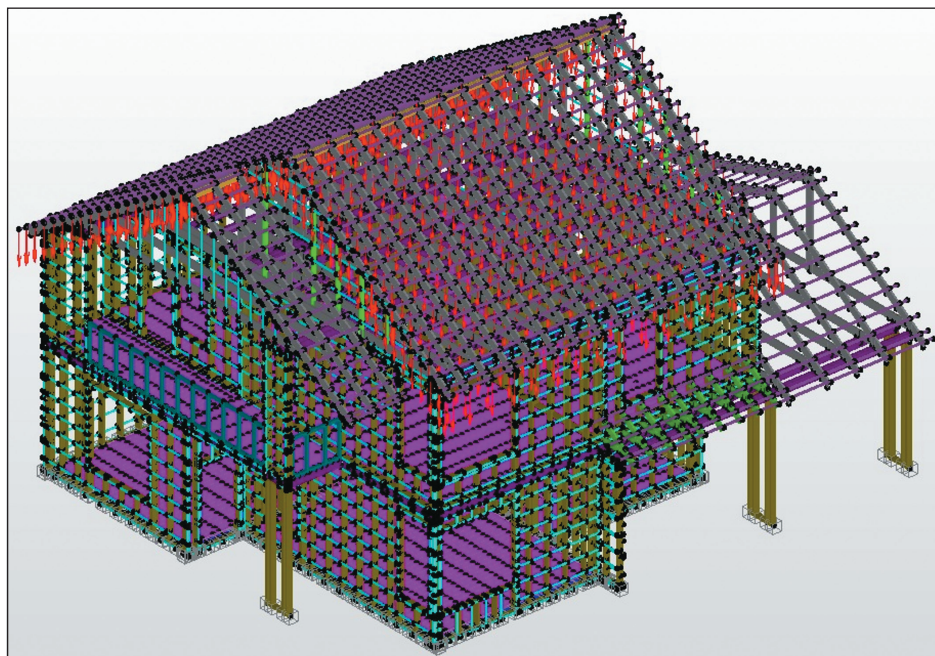


Рис. 4. Расчетная каркасная модель дома с приложенными нагрузками

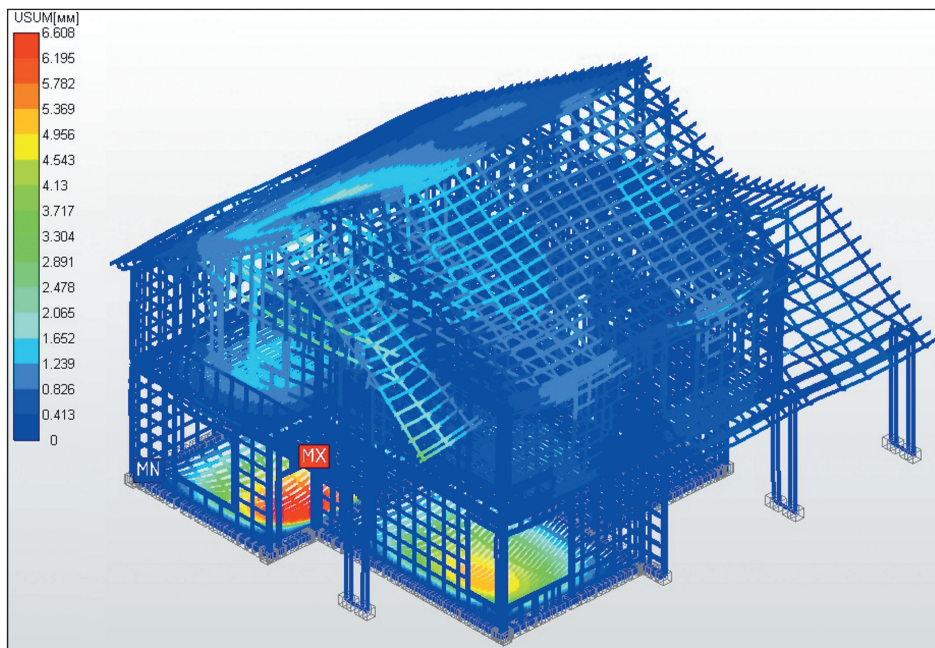


Рис. 5. Карта перемещений, построенная по результатам статического расчета

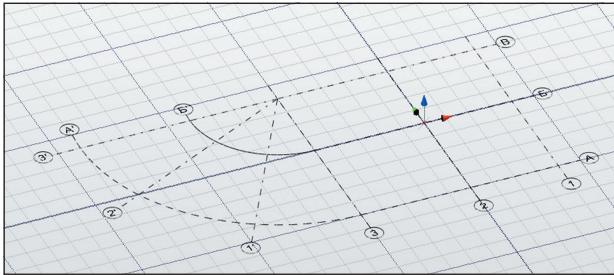


Рис. 6. Возможность задания произвольных координатных осей для рисования сложной геометрии строительных объектов

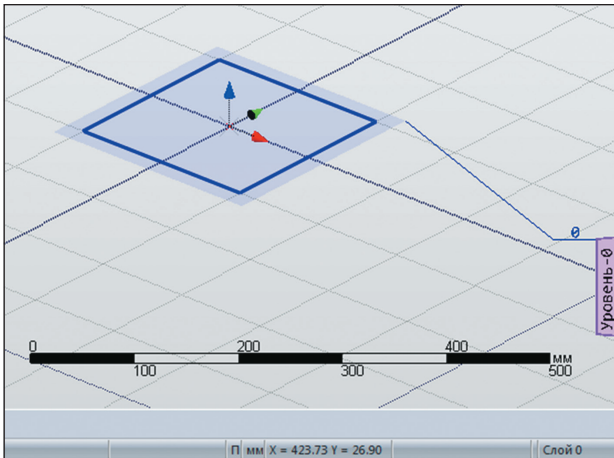


Рис. 7. Задание «уровней» для удобства поэтажного создания объекта

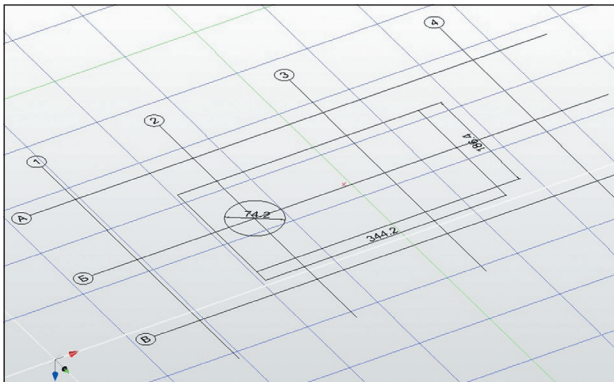


Рис. 8. Задание размеров и вспомогательной текстовой информации

Для удобства оформления проекта предусмотрена процедура привязки, что предполагает продление либо обрезку модели колонны и/или балки до заявленной поверхности. Поперечное сечение можно ориентировать в пространстве вращением на нужный угол.

Моделирование перекрытий осуществляется как в редакторе трехмерного моделирования, так и в плоском редакторе. В случае плоского геометрического

моделирования перекрытие можно представить в параметрическом виде. Модель перекрытия, созданная в плоскости, автоматически экспортируется в трехмерную среду с привязкой по уровню.

Конструктивно перекрытия могут быть собранными из каркаса и периферийных слоев. Каркасное представление удобно выполнять, используя формы каркасов, помещенные в базу. Если вос-

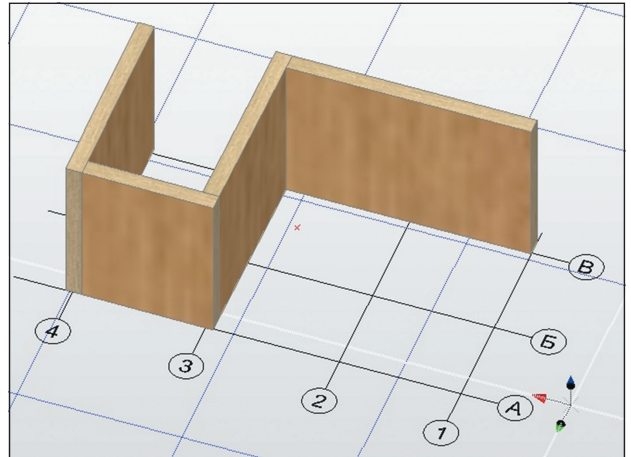


Рис. 9. Визуальное отображение стеновых панелей

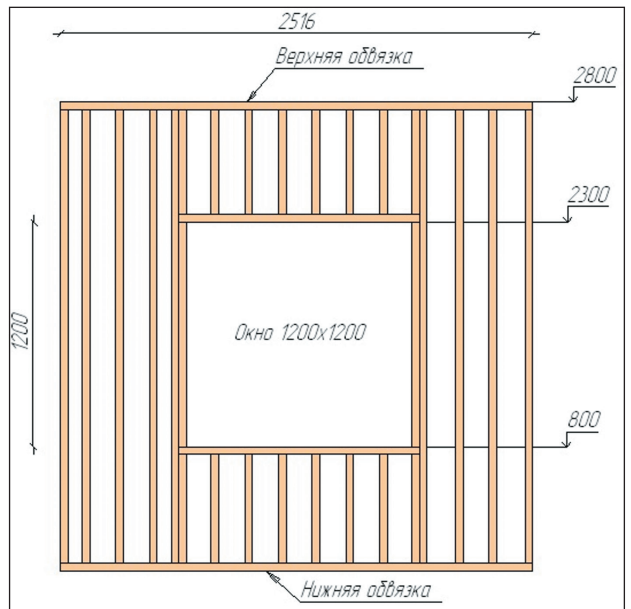


Рис. 10. Пример каркасного представления стеновой панели, выполненной по параметрическому шаблону

пользоваться возможностями плоского геометрического редактора, то форму каркаса можно дополнить и другими конструктивными решениями. Последовательность создания перекрытия представлена на рис. 15.

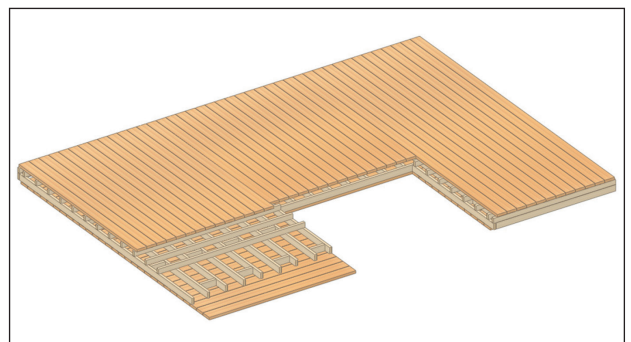


Рис. 11. Пример исполнения межэтажного перекрытия

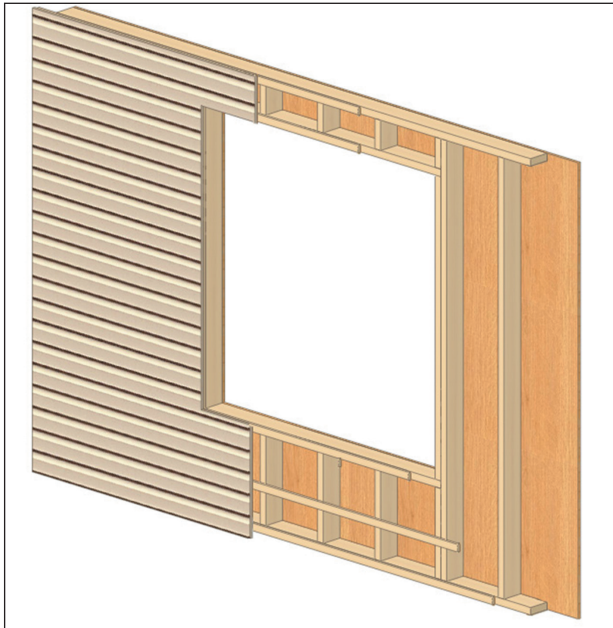


Рис. 12. Пример исполнения стены

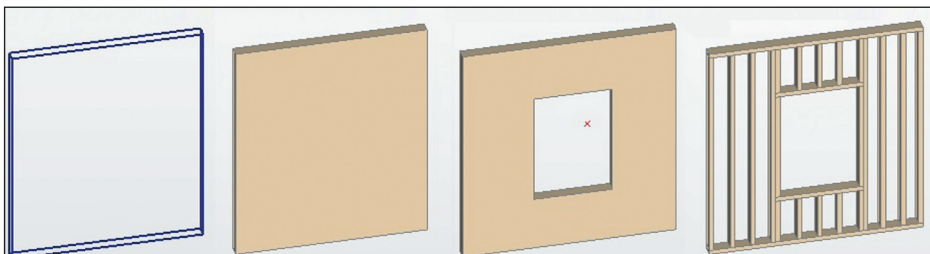


Рис. 13. Порядок создания стеновой панели

В стенах, межкомнатных перегородках, на плоскостях скатных крыш и т.д. могут быть размещены окна и двери различных конфигураций, форм и размеров. В перекрытиях можно разместить проемы различных форм и размеров, выбрав их из базы. Параметрическую базу проемов, окон и дверей можно самостоятельно дополнить произвольными конфигурациями. Если проем встраивается в уже готовую обрешетку, то она автоматически модифицируется в зависимости от размеров проема (рис. 16 и 17).

Стропильные системы удобно задавать в параметрическом плоском редакторе, используя либо встроенные базовые шаблоны, либо шаблоны, разработанные специально для оперативной деятельности. Допускается и интерактивная

правка элементов стропильной системы прямо на рабочей модели конструкции. В режиме плоской графики легко выполнить также схему распиловки. Кроме того, в этом режиме реализован процесс подбора МЗП (металлических зубчатых пластин). О процедуре расчета пластин МЗП давалась информация в предыдущих выпусках журнала «САПР и графика». Пример оформления чертежа стропильной системы приведен на рис. 18.

Встроенные инструменты позволяют редактировать как цветные решения, так и текстуры.

Подготовка проектной документации. Проектная документация состоит из набора архитектурных чертежей проекта (АР), сборочных и детализированных чертежей, определяющих конструктивные решения (КР), расчетных моделей, ведомостей элементов строительных элементов (колонн, балок, ферм стеновых панелей, перекрытий и т.п.), а также их спецификаций.

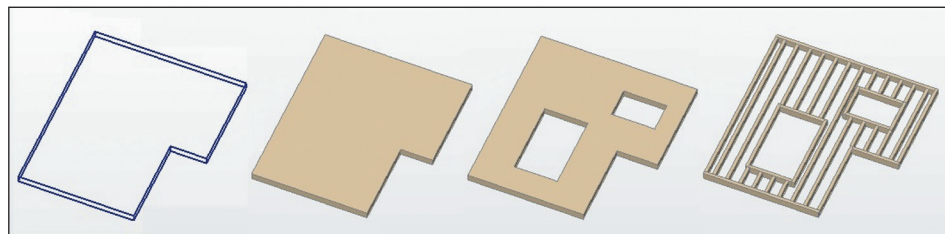


Рис. 15. Порядок создания панели межэтажного перекрытия

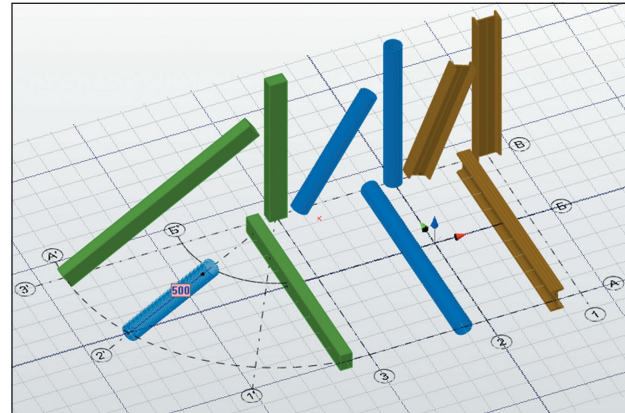


Рис. 14. Примеры расположения колонн и балок для моделирования строительного объекта

Библиотека материалов предназначена для хранения и редактирования параметров физико-механических свойств конструктивных элементов.

Палитра текстур предназначена для визуального восприятия объ-

екта. Программа может рассчитать объемы и массу материалов конструкций. Эта информация позволяет получить ориентировочную стоимость материальных затрат при выполнении проекта.

Хранение геометрических данных организовано с использованием слоев.

Заявленная форма позволяет упростить доступ к группе объектов управлением их визуализацией. Управление видимостью слоя может значительно упростить процедуру создания, редактирования и иные модификации как при работе с группой объектов, так и с конструкцией в целом.

Размер может быть обозначен на плане, в разрезе, на фасаде и в 3D. Программа предоставляет неограниченные возможности при задании размеров и вводе текстовой информации.

Заключение

Создание совершенного программного обеспечения в области деревянного домостроения — это огромная комплексная работа, включающая архитектурную часть, инженер-

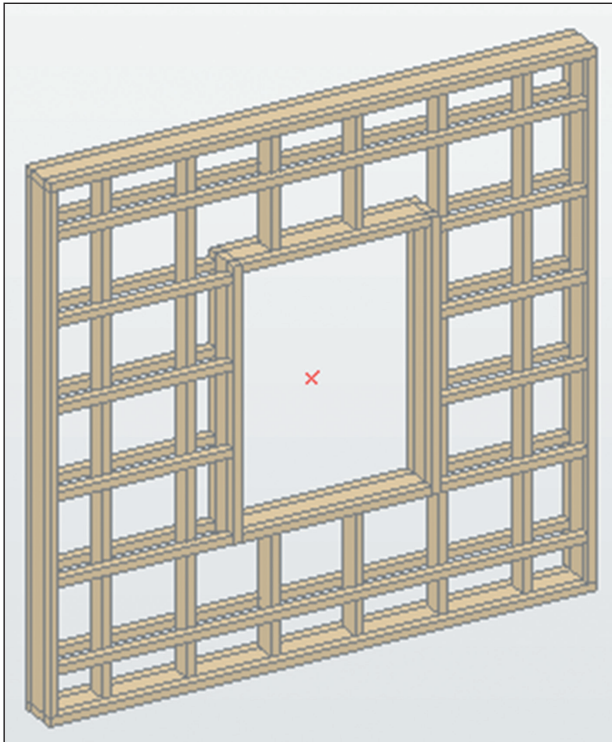


Рис. 16. Пример вставки проема в стеновую панельные расчеты и автоматизацию конструкторской документации (автоматическую генерацию сборочных и детализовочных чертежей), а также генерацию управляющих программ для обработки деталей на станках с ЧПУ. Конечной целью проекта является разработка программного обеспечения для генерации цифровой

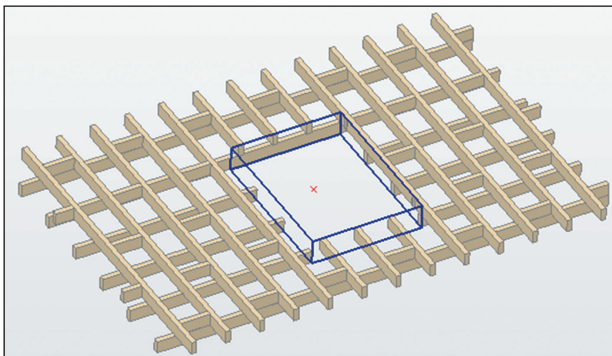


Рис. 17. Пример вставки проема в панель перекрытия

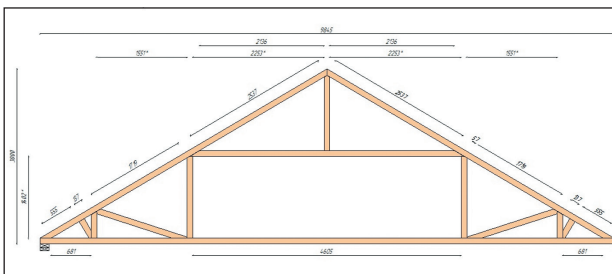


Рис. 18. Пример автопроставки размеров при оформлении чертежа рамы стропильной системы

модели строительного объекта или BIM-модели. Полученная при этом модель строительного объекта может быть использована в дальнейшем для организации всего цикла информационного обеспечения строительства до момента утилизации объекта. Под информационным обеспечением следует понимать совокупность документов конструкторской, технологической, финансовой, организационной и эксплуатационной документации.

Понятно, что заявленный выше программный продукт будет улучшаться и совершенствоваться. Будет добавлен ряд функций, которые позволят увеличить объем нужной проектировщику информации. Предполагается также поддержка формата строительного проектирования IFC (Industry Foundation Classes). Крайне важно дополнить программное обеспечение набором управляющих программ для станков с ЧПУ, для того чтобы максимально автоматизировать процесс возведения объекта. Вся эта работа будет планомерно вестись нашей компанией, а потенциальным пользователям мы предлагаем следить за актуальными разработками и приобретать их для автоматизации своей проектной деятельности. ➡

Civil Engineering

Реклама

Оптимальные решения в строительстве и машиностроении

АПМ
Научно-технический центр
Тел.: (498) 600-25-10
E-mail: com@apm.ru
www.cae.apm.ru
www.apm.ru

Machine