

Марченко М.В.

Харьковский национальный
технический университет сель-
ского хозяйства имени П.Васи-
ленко

E-mail: mmarik@ua.fm

**ПРИМЕНЕНИЕ АРХИТЕКТУРНО-СТРОИТЕЛЬНОГО
САПР ПРИ ПРОЕКТИРОВАНИИ ПРЕДПРИЯТИЙ
ТЕХНИЧЕСКОГО СЕРВИСА**

УДК 681.3.06

Рассмотрены вопросы и задачи решаемые системой автоматизированного проектирования (САПР) благодаря которому обеспечивается автоматизирование проектирование самих конструкций, проектной документации, а также анализ и расчет отдельных узлов конструкции на надежность и долговечность.

***Ключевые слова:** архитектурное проектирование, технический сервис, виртуальное здание, 3D-моделирование.*

Введение

В настоящее время сложно представить проектирование без третьего измерения. Большинство специалистов оценили все преимущества, которые дает трехмерная модель: визуализация, автоматическое получение фасадов и разрезов.

Основная часть

Трехмерные САД-системы предоставляют большой простор для творчества и при этом позволяют значительно ускорить процесс выпуска проектно-сметной документации. Наряду со скоростью такие системы позволяют повысить точность проектирования: становится проще отследить коллизии в конструкции.

По мере развития САПР и адаптации их к задачам конкретных отраслей стали появляться сначала наборы дополнительных специализированных модулей к универсальным системам, затем и полностью специализированные САПР, ориентированные на эффективное выполнение проектных работ в специфических областях применения. Со временем, помимо традиционной MCAD, сформировались целые самостоятельные подотрасли САПР, такие как архитектурно-строительная (AEC, Architecture Engineering and Construction), электронная (EDA, Electronic Design Automation), геоинформационная (GIS, Geoinformatic Systems) и др. Ассортимент специализированных систем весьма обширен, рассмотрим наиболее показательные примеры.

История архитектурно-строительных приложений начинается с создания библиотек строительных элементов и специализированных команд в двумерных чертежных редакторах, в первую очередь AutoCAD. Их использование снижало трудоемкость выполнения проектных и рабочих чертежей зданий, мостов и других сооружений. Так как в архитектурном проектировании особое значение имеет визуальное представление будущих сооружений, наряду с чертежными редакторами широко использовались и используются трехмерные дизайнерские пакеты, такие как 3D Max, Lightwave, Softimage и др. (рис. 1 и рис. 2) Визуализация обеспечивает самоконтроль со стороны архитектора и значительно более простое восприятие проекта заказчиком. Однако такой симбиоз недостаточно эффективен, так как практически отсутствует ассоциативная автоматическая связь между проектной документацией и виртуальным макетом здания для визуализации. Каждое изменение, вносимое в чертежи либо в макет, требует его ручного воспроизведения в параллельной системе. Кроме излишней трудоемкости, такой подход чреват ошибками, расхождением визуальных и проектных данных.

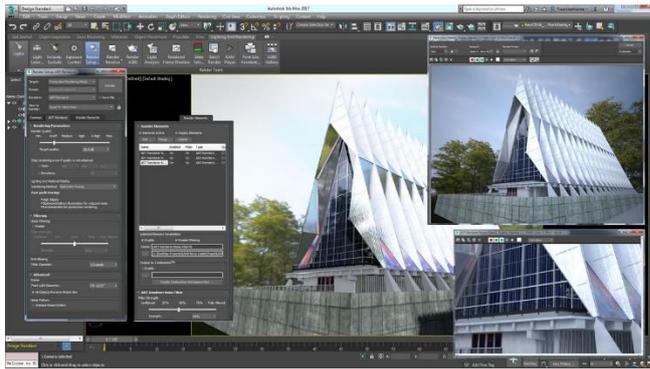


Рис. 1 – Среда проектирования 3D Max

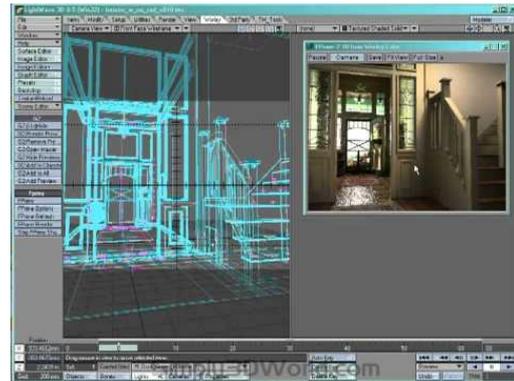


Рис. 2 - Среда проектирования Lightwave

Поэтому на рубеже 80-90-х годов XX века появилась концепция виртуального здания, которая набирает все большую популярность. Наиболее типичными образцами продуктов, реализующих эту концепцию, можно назвать пакет ArchiCAD (рис. 3) компании Graphisoft, семейство программ Revit (рис. 4) компании Autodesk, комплекс АП Plan компании Nemetech, а также разработка российской компании КОМПАС-3D. Универсальная система трехмерного моделирования находит свое применение при решении различных задач, в том числе и архитектурно-строительного и технологического проектирования.

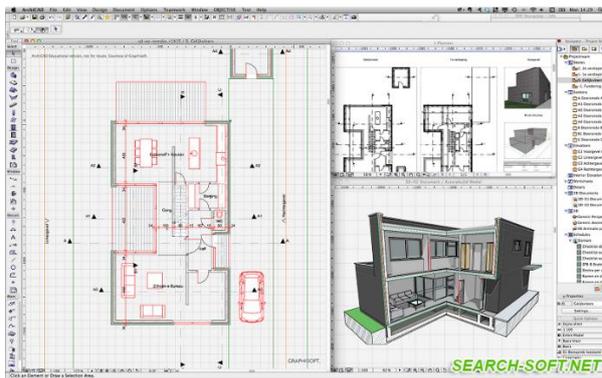


Рис. 3 - Среда проектирования ArchiCAD

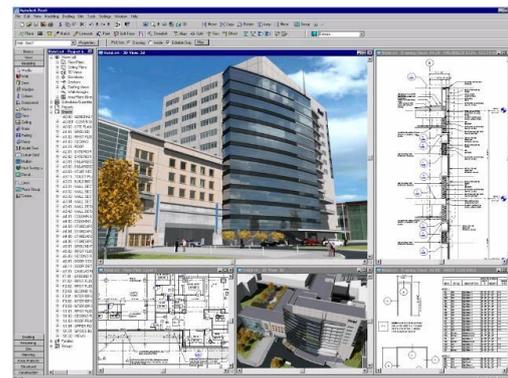


Рис. 4 - Среда проектирования Revit

Концепция виртуального здания (virtual building) позволяет управлять информацией обо всем жизненном цикле здания. В отличие от простой трехмерной модели, виртуальное здание содержит комплексную информацию, это трехмерная цифровая база данных, которая отслеживает все элементы, составляющие проект: площади и объемы, описания комнат, цену материалов и готовых элементов и изделий: окон, дверей, коммуникаций и т. д.

Данная концепция предполагает новый подход к проектированию: архитектор занимается непосредственно дизайном проекта, а САПР автоматически формирует документацию. В то время когда проектировщик "возводит" стены, размещает перекрытия, встраивает окна и двери, сооружает крышу, программа создает единую базу данных трехмерной модели здания. Изменения, вносимые в проект, отображаются во всей отчетной документации: в планах этажей, разрезах, фасадах, сметных заданиях, 3D-модели и фотоизображениях. Интеллектуальные объекты (двери, окна, колонны, перекрытия и т. д.) постоянно взаимодействуют с другими элементами конструкции здания или сооружения: окно встраивается в стену, перекрытие опирается на колонну, под скат крыши сооружается несущая конструкция и т. д. В дальнейшем из базы может быть извлечена вся необходимая информация: подробные рабочие чертежи поэтажных планов, разрезов,

фасадов, архитектурные и конструкторские чертежи узлов и фрагментов, сметные задания, спецификации окон, дверей и отделочных материалов, анимацию и сцены виртуальной реальности.

Общее назначение системы — создание трехмерных ассоциативных моделей отдельных элементов и сборных конструкций из них. Конструкции могут содержать как оригинальные (созданные пользователем), так и стандартизованные конструктивные элементы, взятые из каталогов технологии MinD.

Применение свободного моделирования дает возможность создать индивидуальные проекты, отвечающие вкусам и потребностям заказчика и требующие концептуальной проработки и моделирования сложных инсталляций различных форм и композиций.

Для использования САПР в строительном проектировании существует несколько подходов:

- Формирование 3D-моделей на основе 2D-моделей, выполненных с применением технологии MinD. Применяется для визуализации принятого проектного решения при создании чертежей;
- Редактирование сформированных 3D-моделей на основе 2D-моделей, выполненных с применением технологии MinD. Доработка проектного решения непосредственно в трехмерном пространстве и последующая генерация ассоциативных чертежей на основе 3D-модели;
- Свободное моделирование в трехмерном пространстве для создания нестандартных элементов, оборудования, проработки узлов.

Система эффективно решает задачи 2D-проектирования и выпуска документации.

Специальная «Строительная конфигурация» превращает универсальную систему в эффективный инструмент проектировщика, а интерфейсные профили АС, КМ, КЖ, ОВ, ВК, ТХ довершают преобразование рабочей области под специализацию

В результате виртуальное здание становится единым и универсальным инструментом организации коллективной работы всех участников создания и реализации проекта. Главный архитектор получает информацию о текущем состоянии проекта в независимом электронном формате (эту информацию он гарантированно сможет просмотреть, даже не располагая никакими системами САПР), отображает изменения, которые необходимо внести в проект, и передает их сотрудникам для дальнейшей работы.

Сметчики получают из общей проектной базы различные спецификации, ведомости, сметные задания. Конструкторы - трехмерную модель и параметры несущих конструкций для прочностных расчетов; инженеры - постоянно обновляемые актуальные чертежи поэтажных планов, узлов и фрагментов здания в заданном масштабе. Для строителей можно проработать графики работ, а в дальнейшем передавать на площадку чертежи и видеоролики, отображающие различные этапы строительства или демонтажа здания.

Работая с тем же виртуальным зданием, что и архитектор, агент по недвижимости имеет возможность легко получить точные параметры помещений и оценить их площадь, показать клиентам вид из любой точки и даже пригласить их совершить виртуальное путешествие по зданию. Дизайнеры интерьеров могут начинать работать на этапе концептуальной модели, используя тот же проект, что и архитектор. После завершения этапа проектирования строителям выдаются спецификации, ведомости, отчеты, графики строительства, рабочие планы и другая информация.

Так как вся информация исходит из одного источника - виртуального здания, она всегда актуальна и соответствует текущему состоянию проекта. Информация об изменениях, вносимых любым из участников проекта, немедленно становится доступной его

коллегам.

Параметрическая технология позволяет быстро получать модели типовых элементов на основе однажды спроектированного прототипа. Многочисленные сервисные функции облегчают решение вспомогательных задач проектирования и конструирования.

Многие программы САПР изначально ориентированы на полную поддержку стандартов СПДС и ЕСКД. При этом обладает возможностью гибкой настройки на стандарты конкретной проектной организации.

Весь функционал систем подчинен целям скоростного создания высококачественных чертежей, схем, спецификаций, расчетно-пояснительных записок, технических условий, инструкций — документации, которая является результатом работы любой проектной организации.

Встроенная спецификация позволяет формировать разнообразные спецификации, экспликации, ведомости и прочие табличные документы при проектировании. Спецификации можно как размещать в чертежах (несколько на одном листе), так и выпускать самостоятельным документом.

Средства импорта/экспорта графических документов позволяют организовать обмен данными со смежниками и заказчиками, использующими другие чертежно-графические системы и эффективно создавать чертежи любого направления и сложности.

Дополнительный интерес вызывают расчетные модули In-CAD — это встраиваемая в САПР базовая система расчета методом конечных элементов (МКЭ).

В ней поддерживается несколько видов расчета, в том числе расчет линейных и нелинейных прочностных задач, динамических задач и теплопередачи.

Встраиваемая в САПР технология расчета методом конечных элементов позволяет значительно улучшить процесс разработки изделий. Углубленный расчет позволяет анализировать работу изделий в реальных условиях эксплуатации и оптимизировать качество изделий еще до начала производства. Это способствует инновационным разработкам, повышению качества, снижению расходов и обеспечению высокой надежности.

Для базовых расчетов можно оценить целесообразность альтернативных вариантов проекта и концепций, а затем, когда в этом возникает необходимость, перейти к углубленным расчетам. В том числе линейных и нелинейных напряжений, динамических характеристик и устойчивости к ударным нагрузкам. Для этого используются несколько типов специальных расчетов, например, расчет усталостной прочности, сверхвысоких деформационных воздействий, а также расширенные методы расчета композиционных материалов. К дополнительным возможностям расчета относятся:

- нелинейные расчеты. Решение нелинейных задач, например, по перемещению/повороту на большую величину, высоким уровням деформации, пластичности, гиперупругости, ползучести и т.д.;
- тепловые расчеты. Расчет конструкций, подвергающихся тепловым нагрузкам. Возможно решение задач теплопередачи с линейными и нелинейными граничными условиями, меняющимися с течением времени (например, колебания мощности);
- усталостная прочность. Определение срока службы деталей, подвергающихся циклическим нагрузкам, и расширенный линейный статический расчет или расчет случайных нагрузок для вычисления усталостной стойкости и усталостного разрушения;
- задачи потери устойчивости. Оценка стабильности под нагрузками, проверка конструкций на случайные отказы, вызываемые сжимающими нагрузками;
- динамические характеристики. Определение смещений, нагрузок, напряжений и

деформаций в конструкциях, подвергающихся кратковременным или частотно-зависимым нагрузкам.

Корректные данные по моделям материалов необходимы для обеспечения точности инженерных расчетов. Моделирование поведения изделий из металлов, композиционных материалов, резины и пластмасс помогает понять, как готовое изделие будет работать, и из-за чего может произойти потенциальный отказ.

Расчетные модули поддерживают большое количество разнообразных материалов с линейными и нелинейными свойствами, позволяя получить более точное представление о поведении изделий в реальных условиях эксплуатации.

Выводы

Для мирового рынка, который характеризуется постоянно растущей конкуренцией, производственные предприятия вынуждены постоянно внедрять инновации, сокращать циклы разработки, ускорять вывод продукции на рынок, а также делать все для предотвращения отказов при эксплуатации, поддерживая при этом рентабельность. Решение этих вопросов и задач призван САПР. Благодаря которому обеспечивается автоматизированное проектирование самих конструкций, проектной документации, а также анализ и расчет отдельных узлов конструкции на надежность и долговечность.

Литература

1. Малюх В. Н. Введение в современные САПР: Курс лекций. - М.: ДМК Пресс, 2010. - 192 с.: ил.
2. Жадаев А. Г. Ж15 Наглядный самоучитель ArchiCAD 11. — СПб.: БХВ-Петербург, 2008. — 272 с.: ил
3. Ланцов Л. Л. Revit 2010: компьютерное проектирование зданий. Архитектура. Инженерные сети. Несущие конструкции. --- М.: ФОЙЛИС, 2009. - 628 с., ил.
4. www.autodesk.ru

Marchenko M. Application architecture and construction companies in design cad technical service

The questions and problems solved thanks to CAD that provides automation of designing structures themselves, project documentation, as well as the analysis and calculation of individual construction sites on the reliability and durability.

Keywords: architectural design, technical support, building a virtual, 3D-modeling.

References

1. Malyuh V. N. Introduction to modern CAD: Lectures. - M.: DMC Press, 2010. - 192 p.: silt.
2. Zhadaev AG ZH15 illustrative tutorial ArchiCAD 11. - SPb.: BHV-Petersburg, 2008. - 272 p.: silt
3. Lantsov LL Revit 2010: The computer design of buildings. Architecture. Network engineering. Bearing structures. --- M.: FOYLIS, 2009. - 628 with silt..
4. www.autodesk.ru