

ИНФОРМАЦИОННОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ ЗДАНИЯ В ПРОГРАММЕ САПФИР

Программа САПФИР – эффективный инструмент для архитектора и конструктора, который позволяет решить современными методами целый ряд проблем проектирования в городской среде благодаря поддержке прогрессивной технологии информационного моделирования.

Ключевые слова: архитектура, проектирование, здание, информационная модель, городская среда, объектный подход, аналитическая модель, прочностной расчёт, компьютерная графика, трёхмерная графика.

Проектирование объектов строительства на современном этапе характеризуется рядом факторов: большие объёмы и сжатые сроки проектных работ, высокая насыщенность новых зданий и их градостроительного окружения инженерными коммуникациями и объектами инфраструктуры, необходимость строительства на неудобных площадках: в условиях плотной застройки и на слабых грунтах, высокие экологические требования и ожидания энергоэффективности, задачи реконструкции и реставрации ранее построенных зданий и многие другие [5]. Не менее актуальной задачей является организация эффективного взаимодействия проектировщиков различных специальностей и, прежде всего, архитектора и конструктора [3].

С учётом даже части перечисленных факторов становится очевидно, что актуальным требованием времени становится использование новых, более эффективных методов в проектировании. Одним из решений, которое сегодня видится как наиболее перспективное и многообещающее, является технология информационного моделирования объектов строительства [1].

В отличие от большинства источников, которые рассматривают в качестве основного инструмента проектирования зарубежные программы, данная работа посвящена рассмотрению программного комплекса (ПК) САПФИР, разработанного коллективом авторов в Украине.

ПК САПФИР, изначально разработанный для целей архитектурного проектирования зданий и сооружений [2], может с успехом применяться как ядро системы автоматизированного проектирования по технологии на основе информационного моделирования.

В отличие от САПР прошлого века, представлявших собой, по сути, электронные кульманы, имитирующие процесс ручного черчения абстрактных линий, прикладным смыслом которые наделялись только в сознании проектировщика, современные программные средства,

поддерживающие технологию информационного моделирования, обеспечивают формирование прикладных информационных объектов.

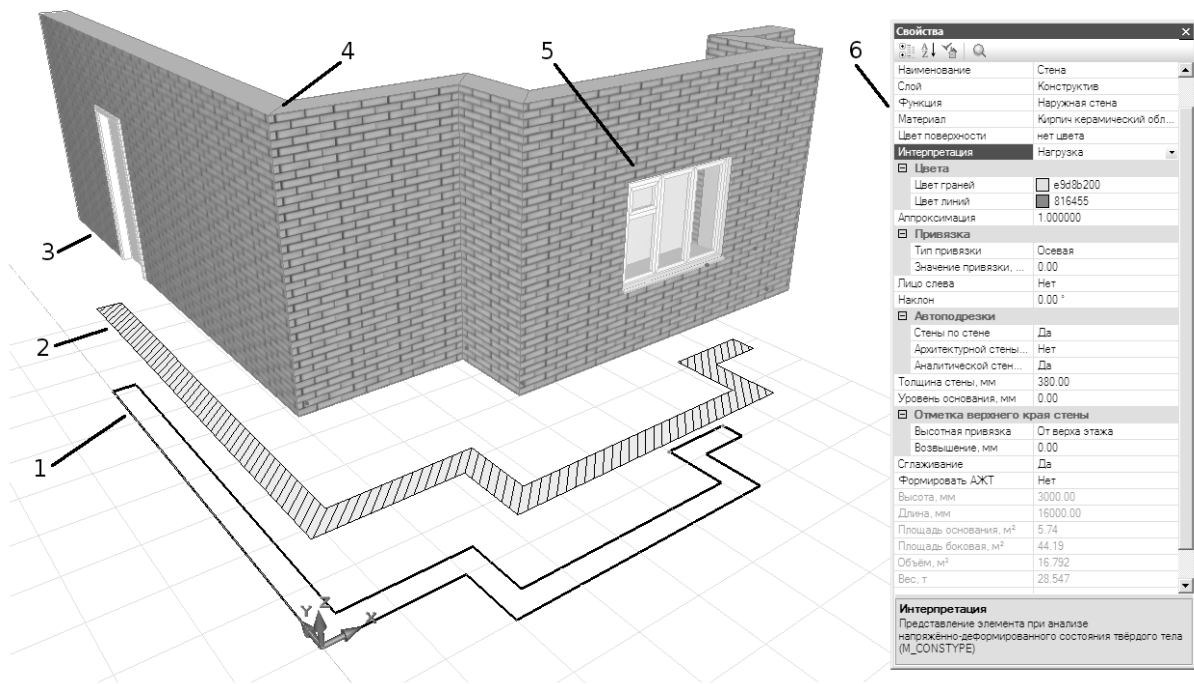


Рис.1.

Так, в обычном CAD проектировщик вычерчивал несколько линий, составляющих замкнутый контур (см. рис.1, поз.1) или, в лучшем случае, заштрихованную область (поз.2) и при этом подразумевал, что это изображение стены здания на плане. Прогрессивный подход сегодня предполагает построение прикладного объекта стена (поз. 3), наделённого не только рядом параметров и прикладных свойств, но и некоторым интеллектом, обеспечивающим его поведение и взаимодействие с другими прикладными параметрическими объектами. Так, например, происходит наследование высоты стен от параметров высоты этажа, автоматическая подрезка сегментов стен (поз.4). При переносе стены, автоматически перемещаются в пространстве относящиеся к ней оконные (поз.5) и дверные проёмы и их столярное заполнение. Наличие проёмов и текущие значения параметров (толщина, высота, привязка к оси) определяют объёмы работ и материалов для получения ведомостей и смет. Трёхмерная геометрическая модель стены служит источником её согласованных изображений на планах, фасадах, разрезах и других проекциях.

Объектно-ориентированный подход, описанный выше на примере стены, параметризация, интеллектуальные объекты с поведением, приоритет пространственной модели и автоматическое документирование на её основе – это признаки технологической поддержки информационного моделирования, которые в полной мере представлены в ПК САПФИР.

Кроме того, отечественная программа САПФИР обладает рядом особенностей, обеспечивающих её преимущества перед другими САПР со сходной функциональной направленностью. Во-первых, графическая подсистема пространственной визуализации САПФИР реализована (при участии автора статьи) таким образом, что графические построения в пространстве можно выполнять на любых изображениях модели, в том числе, на наглядных, включая перспективу. Все проекции в этом смысле являются равноправными: можно формировать информационную модель проектируемого объекта интерактивными графическими методами непосредственно на наглядных изображениях. При этом обеспечивается точная метрика, объектные и пространственные привязки, возможность вводить координаты и графически, и в числовой форме с адекватной индикацией и наглядной обратной связью.

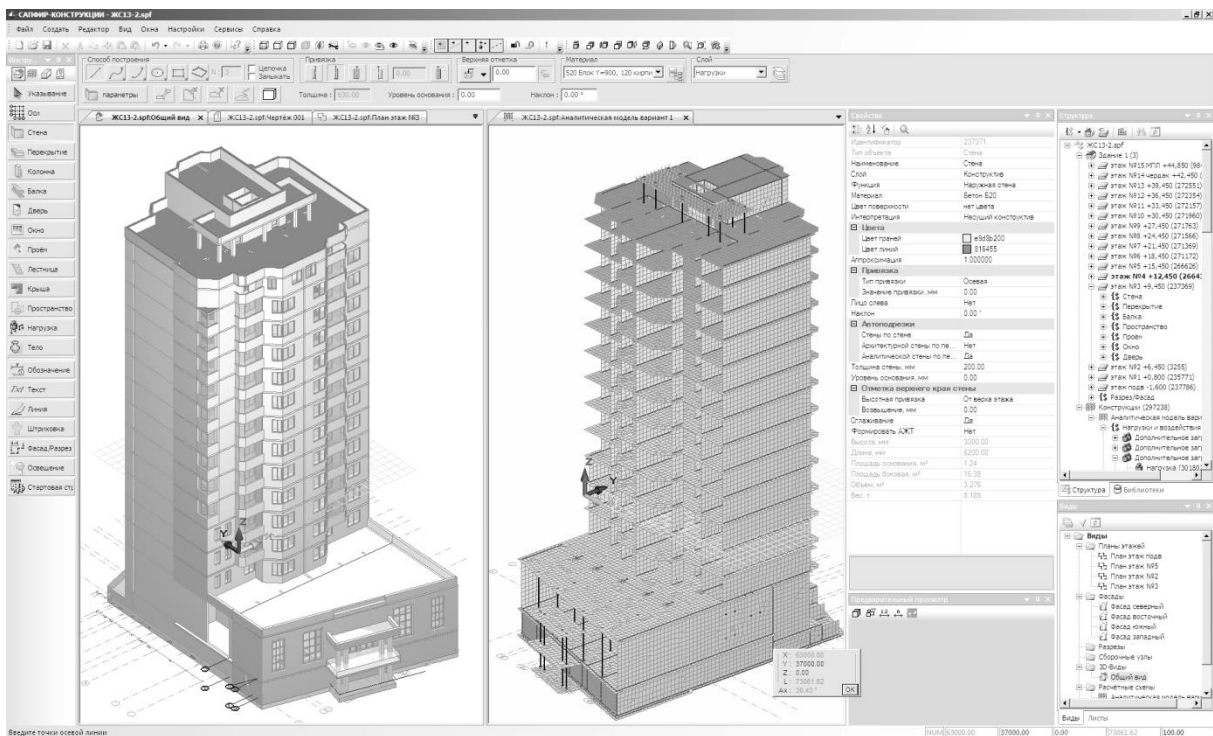


Рис.2.

Во-вторых, ПК САПФИР обеспечивает поддержку аналитического представления архитектурно-конструктивной модели. На рисунке 2 представлен пример архитектурно-конструктивной модели (слева), выполненной квалифицированным проектировщиком и её аналитическое представление (справа), полученное с помощью ПК САПФИР. Аналитическое представление позволяет наблюдать существенные элементы конструкции с точки зрения подготовки к прочностному расчёту и анализу напряжённо-деформированного состояния. Каждый архитектурно-конструктивный элемент, представленный в САПФИР своей

информационной моделью «умеет» сформировать и выдать своё адекватное представление для прочностного расчёта. Плиты перекрытия и несущие стены в аналитической модели представлены пластинами известной жёсткости. Колонны и балки представлены, соответственно, стержнями. Ограждающие конструкции автоматически превращаются в нагрузки, прилагаемые к несущим элементам. Информационные модели помещений служат источником распределённых по площади перекрытий эксплуатационных нагрузок.

В-третьих, ПК САПФИР естественным образом связывается с отечественными расчётными комплексами. Подсистема КОНСТРУКЦИИ в рамках ПК САПФИР обеспечивает постобработку аналитической модели, её конструкторскую доводку и преобразование в расчётную схему для прочностного расчёта по методу конечных элементов (МКЭ) в отечественном ПК МИРАЖ или ЛИРА-САПР 2012. Результаты прочностного расчёта и подбора арматуры дополняют информационную модель объекта, сформированную в САПФИР. Это обеспечивает информационную поддержку дальнейшего процесса проектирования в рамках интегрированной технологической цепочки [1]. Эстафету естественным образом подхватывает подсистема САПФИР-ЖБК (в разработку которой также внёс вклад автор статьи), функционирующая в единой графической среде САПФИР.

Автор статьи исследовал методы моделирования объектов проектирования, представляющих собой сложные системы, адресно распределённые в пространстве. При этом особое внимание уделялось эффективности представления модели в памяти компьютера и алгоритмов и методов её обработки [4]. Схожие подходы комбинирования моделей были применены в САПФИР-ЖБК. В результате были найдены решения, позволяющие эффективно дополнять информационную модель здания результатами расчётов по МКЭ.

Расчётный комплекс вычисляет требуемую площадь арматуры в каждом конечном элементе (КЭ). Когда речь идёт о КЭ плиты перекрытия, получаем четыре числа, каждое из которых определяет требуемую суммарную площадь арматурных стержней на погонный метр сечения плиты перекрытия в одном из четырёх расположений: у нижней грани плиты вдоль оси ОХ, вдоль оси ОУ, у верхней грани плиты вдоль оси ОХ и вдоль оси ОУ. Результаты расчёта в каждом расположении могут быть показаны графически на фоне опалубочного контура плиты перекрытия в виде цветной мозаики. Алгоритм пространственной кусочно-линейной интерполяции обеспечивает переход от графического представления в виде мозаики к визуализации в форме изополей (см. рис. 3).

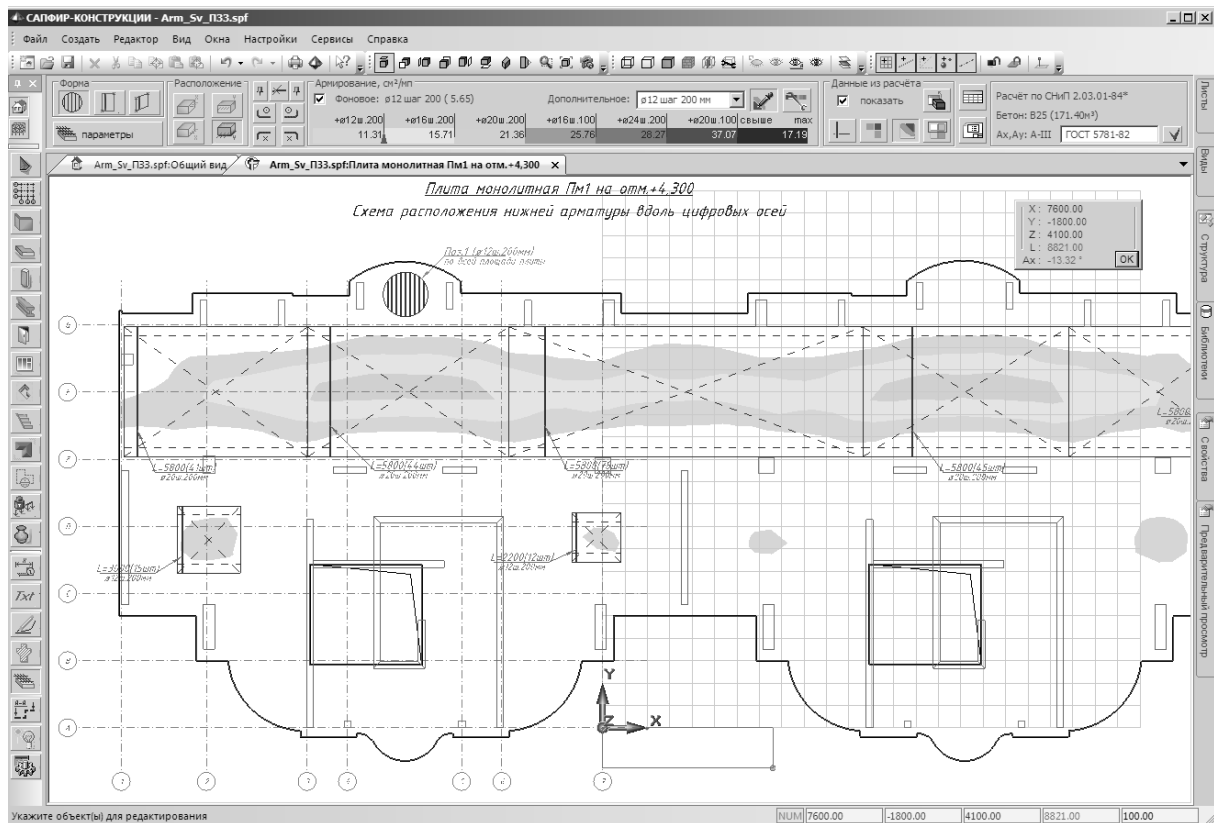


Рис.3.

Графическое представление расчётного армирования позволяет проектировщику принимать эффективные конструктивные решения в плане размещения основной (фоновой) и дополнительной арматуры в плитах перекрытия зданий с монолитным несущим каркасом. Принятые проектировщиком решения дополняют информационную модель проектируемого здания. На основе полученной информационной модели возможно осуществление проектных операций документирования в автоматизированном режиме. По запросу пользователя система автоматически генерирует чертежи схем размещения продольной арматуры и поперечной арматуры в зонах продавливания, чертежи узлов продавливания и чертежи серии КЖИ, на которых представлены арматурные каркасы, спецификации арматуры, ведомости деталей (с эскизами) и ведомости расхода стали.

Информационная модель, будучи в своей основе параметрической, может быть легко модифицирована и адаптирована к изменениям в проектном задании. Вносимые в модель изменения автоматически учитываются на производных от модели изображениях: планах, фасадах, разрезах и других видах. Изменения, вносимые в параметры армирования и в геометрию размещения дополнительной арматуры, автоматически отражаются на содержании спецификаций и ведомостей.

Таким образом, проведенные исследования и выполненные на их основе разработки имеют практическую ценность, поскольку нашли воплощение в коммерческом программном обеспечении ПК САПФИР, на основе которого выстраивается отечественная технологическая цепочка, поддерживающая методику информационного моделирования.

Следует отметить, что существует бесплатная версия ПК САПФИР для изучения, которая обладает практически полной функциональностью коммерческого продукта в задачах пространственного информационного моделирования зданий. Она может быть использована студентами для освоения новых технологий и энтузиастами для построения на платформе САПФИР своих собственных прикладных разработок.

Список использованных источников

1. Барабаш М.С., Бойченко В.В., Палиенко О.И. Б24 Информационные технологии интеграции на основе программного комплекса САПФИР.: Монография. - К.: Изд-во «Сталь», 2012.-485с. ISBN 978-617-676-007-8
2. Бойченко В.В., Палиенко О.И., Водопянов Р.Ю., Шут А.А. Программа САПФИР для архитектурного проектирования зданий и сооружений. Журнал «САПР и графика» №11 ноябрь М.: Компьютер-пресс, 2009. ISSN1560-4640 Стр. 66-68
3. Городецкий А.С., Евзеров И.Д. Компьютерные модели конструкций.- К.:Факт,2007.-394с.
4. Палиенко О.И. Генерация комбинированной модели градостроительной ситуации. Межведомственный научно-технический сборник «Прикладная геометрия и инженерная графика» Выпуск 57. - К.: КГТУСА, 1994. Стр.172-173
5. Талапов В.В. Информационное моделирование зданий – современное понимание. Журнал «CADmaster» №4, 2010. Стр.114-121

Annotation

SAPFIR is the software for effective solution of complex problems in architectural design and civil engineering. It supports modern techniques of building information modeling.

Keywords: architecture, CAD, building, information model, analytic model, structural analysis, computer graphics, 3D graphics.

Анотація

САПФИР – це ефективний інструмент для архітектора та конструктора, що дозволяє вирішити цілу низку проблем проектування будівель у міському середовищі завдяки підтримці сучасної технології інформаційного моделювання.

Ключові слова: архітектура, САПР, будівля, інформаційна модель, аналітична модель, комп'ютерна графіка, тривимірна графіка.