

ДУАЛЬНОЕ ПРЕДСТАВЛЕНИЕ МОДЕЛЕЙ АРХИТЕКТУРНО-КОНСТРУКТИВНЫХ ЭЛЕМЕНТОВ В САПР ОБЪЕКТОВ СТРОИТЕЛЬСТВА И АРХИТЕКТУРЫ

к.т.н., доцент Барабаш М.С. , Паличенко О.И.**,*

** Национальный авиационный университет,*

*** ООО «СОФОС»*

Ключевые слова: прочностной расчёт, проектирование объектов строительства, информационное моделирование, аналитическая модель.

Ключові слова: міцністний розрахунок, проектування об'єктів будівництва, інформаційне моделювання, аналітична модель.

Дуальное представление моделей архитектурно-конструктивных элементов — это подход к информационному моделированию объектов строительства, обеспечивающий эффективную связь между этапами архитектурного проектирования и прочностного анализа конструкции. САПФИР-КОНСТРУКЦИИ — это программа нового поколения для архитектурного проектирования зданий и сооружений, обеспечивающая построение расчётной схемы для ПК ЛИРА-САПР 2011.

Сегодня получили широкое распространение системы автоматизированного проектирования (САПР) объектов строительства (ОС), технология применения которых основана на пространственном информационном моделировании зданий и сооружений. Такой подход к организации проектирования позволяет осуществить построение сквозных технологических линий автоматизированного проектирования ОС.

Большую часть времени при работе над проектом занимает детальное проектирование и подготовка рабочей документации, однако общий вид здания и стоимость строительства обычно определяются уже на ранней стадии во время разработки концепции. Поскольку концептуальный дизайн так важен для проектирования зданий, особое значение приобретает цельность и согласованность цифровой информации о здании с самого начала работ до их завершения.

Концептуальные модели зданий часто разрабатывают с помощью специализированных программ, позволяющих архитекторам выделить формы, определить геометрию, создать профили и т.д. После завершения эскизного проектирования модель обычно экспортируется в формат традиционной САПР (DXF™, DWG и др.), а затем импортируется в детальный проект.

Недостатки разобщенного процесса создания схематической и детальной моделей очевидны. Прежде всего, необходимо постоянно переходить от одной модели к другой. Импорт и экспорт файлов может отнять много времени и сопровождаться ошибками. Теряется важная информация о здании, полученная на стадии эскизного проектирования; в особенности это касается архитектурного замысла. Что происходит при неожиданном изменении эскиза на стадии детальной проработки (такое случается, когда заказчик внезапно

хочет что-то поменять в последнюю минуту)? Что остается проектировщику — исправлять эскизную модель, импортировать ее в детальную модель и пытаться синхронизировать их вручную? Второй путь — просто удалить элементы, которых коснулись изменения, и начать их проектирование заново, уже на основе измененной концепции; но при этом совершенно напрасно пропадают все усилия, затраченные на подготовку чертежей и визуализацию.

Основное преимущество, реализуемое посредством создания сквозной линии проектирования - преемственность использования модели на различных этапах проектирования и на различных этапах жизненного цикла ОС. Ни для кого не секрет, что пространственное моделирование ОС — это кропотливая работа, включающая множество ручных операций, требующая высокой квалификации проектировщика и существенных вычислительных ресурсов. Поэтому повторное и многократное использование однажды созданной модели сулит весомую выгоду.

На практике, обычно, проектировщики для решения некоторого множества задач проектирования создают множество пространственных моделей ОС. Каждая такая модель является узко специализированной и служит для решения одной или нескольких частных задач в процессе проектирования. Разумеется, использование множества моделей, во-первых, связано с существенными накладными расходами на их создание. Во-вторых, возникает вопрос о фактическом взаимном соответствии разных вариантов моделей ОС. В-третьих, возрастают накладные расходы, связанные с актуализацией моделей при внесении изменений в проект в связи с изменениями в техническом задании.

Решение для информационного моделирования на базе САПФИР связывает эскизную и детальную стадии проектирования с помощью САПФИР-Конструкции. Работая в среде САПФИР-Конструкции, проектировщик разрабатывает концептуальные (аналитические) модели, ставит им в соответствие реальные компоненты здания, затем формируя расчетную схему.

В настоящей статье рассматривается концепция дуального представления моделей архитектурно-конструктивных элементов (рис.1). Модель ОС в рамках некоторого проекта может быть представлена, как множество моделей зданий. Модель каждого здания представлена множеством моделей этажей. Модель каждого этажа представлена множеством моделей архитектурно-конструктивных элементов. В зависимости от совокупности их прикладных свойств могут быть выделены несколько типов элементов. Например: стена, колонна, балка, плита перекрытия. При этом каждый экземпляр элемента определённого типа, будучи наделён некоторой совокупностью свойств, способен проявить себя в нескольких ипостасях. С одной стороны, он обладает определённой видимой формой и положением в пространстве проектируемого ОС, что служит формированию видимого архитектурного облика. С другой стороны, обладая характеристиками сечения и физико-механическими свойствами материала, он служит предметом прочностного анализа. Совокупность таких элементов может быть взята в качестве основы при формировании расчётной схемы. С

третьей стороны, геометрические характеристики, материал элемента и его пространственное положение могут быть использованы при автоматизированном назначении сметных нормативов и сборе объёмов работ для последующего формирования смет и сетевых графиков производства работ при возведении здания. Дополнительное преимущество использования подобной пространственной модели — возможность наглядной визуализации степени готовности здания и отдельных его элементов на этапе возведения. Можно наглядно, в пространстве оценить проектную и фактическую степени готовности здания на каждый заданный момент времени и оперативно отслеживать факты отставания или опережения графика на тех или иных участках стройки.

И всё-таки, возвратимся к основному назначению дуального подхода в моделировании архитектурно-конструктивных элементов — обеспечению непосредственной связи между архитектурным проектом и аналитическим представлением ОС, используемым конструктором для формирования расчётной схемы.

Практическое воплощение данной технологии нашла в программном комплексе (ПК) САПФИР-КОНСТРУКЦИИ. Реализуя технологию интерактивного графического информационного моделирования ОС, САПФИР-КОНСТРУКЦИИ поддерживает также дуальное представление архитектурно-конструктивных элементов. Так, например, объект типа КОЛОННА рассматривается, с одной стороны, как объёмное визуальное представление соответствующего архитектурного элемента; с другой стороны он может быть представлен в виде вертикального стержня заданной длины, определённого сечения, с заданным углом поворота сечения, модулем Юнга и коэффициентом Пуассона.

Объект типа СТЕНА представлен трёхмерной пространственной визуальной моделью с текстурой, соответствующей выбранному материалу (кирпичная кладка, бетонная поверхность, другие виды отделки). Модель стены может быть модифицирована путём организации в ней оконных и дверных проёмов с заполнением соответствующими моделями элементов остекления и дверных полотен. На плане этажа в масштабе крупнее 1:200 изображение стены выполняется штриховкой, соответствующей материалу. Дверные и оконные проёмы изображаются с четвертями. При рассмотрении аналитического представления стена аппроксимирована пластиной, пространственное положение которой определено положением оси несущего слоя при использовании многослойных ограждающих конструкций. Оконные, дверные и прочие проёмы в стене представлены в её аналитической модели в виде отверстий в пластине. При перемещениях и прочих модификациях окон и дверей соответствующим образом автоматически модифицируются контуры отверстий в пластинах, представляющих аналитическую модель. Опционно, в зависимости от материала ограждающей конструкции и, исходя из других конструктивных соображений, в аналитической модели здания, стена может быть представлена нагрузкой, равномерно распределённой вдоль её осевой линии. При вычислении величины нагрузки принимаются во внимание такие свойства стены, как толщина, материал и его объёмный вес, а также наличие и

геометрическая конфигурация проёмов в стене. Вес участка стены рассчитывается за вычетом объёма оконных и дверных проёмов.

Объект типа ПЛИТА (перекрытие) представлен с архитектурной точки зрения призматической поверхностью заданной высоты. В основании призмы, изображающей плиту перекрытия, лежит параметрическая пространственная линия, составленная из нескольких сегментов. В качестве сегментов могут использоваться отрезки прямых, дуги окружностей, эллиптические дуги, кривые Безье и сплайны. Редактирование контура плиты перекрытия сводится к интерактивному графическому редактированию пространственной линии. Можно графически перемещать в пространстве управляющие точки, задавать координаты точек, углы и радиусы в численном виде. По высоте плита перекрытия привязывается к высоте этажа, к модели которого она относится. Можно задать смещение плиты перекрытия по высоте относительно высоты этажа. Аналитическая модель плиты перекрытия — пластина, контур которой изначально соответствует пространственной линии, лежащей в основании плиты.

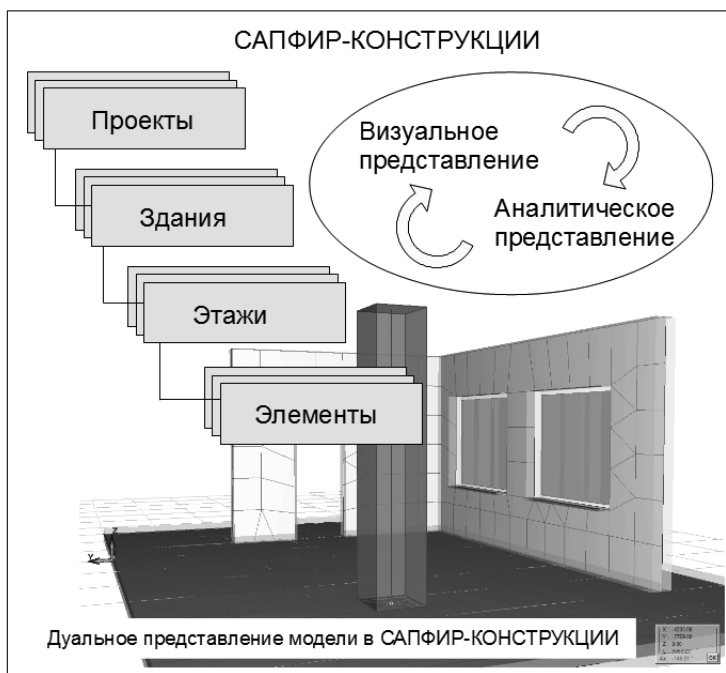


Рис.1. Схема дуального представления модели (наложение аналитической модели на архитектурную).

Формирование и редактирование визуальной модели объекта строительства происходит интерактивными графическими средствами. Пользователь может размещать в пространстве колонны, моделировать стены, вычерчивая их осевые линии и задавая способ и значение привязки, формировать плиты перекрытия, задавая их толщины и привязывать по высоте. При создании модели очередного элемента в визуальном представлении одновременно формируется его аналитический эквивалент. Переключить визуализацию в режим аналитического представления можно на любом этапе проектирования по нажатию одной кнопки. Любые редакции, проделываемые на визуальном представлении, сейчас же сказываются на аналитической модели. И наоборот, можно указывать, перемещать и редактировать архитектурно-конструктивные элементы посредством интерактивного воздействия на изображение их конструктивно-аналитического представления. Эти воздействия влекут адекватные изменения в визуально-архитектурном представлении. Дополнительные преимущества даёт возможность выполнять построения, наблюдая аналитическое представление модели. В таком режиме с использованием графических объектных привязок можно обеспечить точную стыковку элементов конструкции: пластин и стержней между собой, пластин с краями отверстий в других пластинах и в других комбинациях.

ПК САПФИР-КОНСТРУКЦИИ предоставляет инструменты последующей обработки аналитической модели — так называемые «функции пост-аналитики». С использованием функций пост-аналитики можно выполнять коррекцию пространственного положения и конфигурации контуров пластин, а также длины стержней с целью обеспечения их корректных пересечений и образования общих узлов в расчётной схеме для прочностного расчёта по методу конечных элементов (МКЭ).

В результате проектирования с применением ПК САПФИР-КОНСТРУКЦИИ пользователь получает пространственную визуальную модель объекта строительства, архитектурные планы этажей, фасады, разрезы, листы чертежей и спецификаций, включая ведомости элементов. Модель пригодна для назначения сметных нормативов и сбора объёмов. Формируется расчётная схема для прочностного расчёта МКЭ в ПК ЛИРА-САПР 2011.

ИСПОЛЬЗОВАННАЯ ЛИТЕРАТУРА

1. Барабаш М.С. Автоматизація побудови розрахункової моделі будинку на основі BIM технології у САПР САПФІР / Ковальов Ю.М.// Науково-технічний збірник: Технічна естетика і дизайн. – 2010. вип. № 8. – С. 24-29.
2. Барабаш М.С. Організація технології інтеграції систем автоматизованого проектування на базі КАЛІПСО / Терещенко А.В.// Науково-виробничий журнал: Будівництво України, №4. – К.: ДНДІАСБ, 2007, с 40 – 44.
3. Барабаш М.С. Технология автоматизированного проектирования с использованием цифровой модели объекта / Городецкий А.С.// Научный вестник строительства: Сборник научных работ. Вып.20, – Х.: ХДТУБА, ХОТВ АБУ, 2002, - с.179 – 186.