

**МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ, НАУКИ,  
МОЛОДЕЖИ И СПОРТА УКРАИНЫ  
ГВУЗ "ПРИДНЕПРОВСКАЯ ГОСУДАРСТВЕННАЯ АКАДЕМИЯ  
СТРОИТЕЛЬСТВА И АРХИТЕКТУРЫ"**

**СТРОИТЕЛЬСТВО, МАТЕРИАЛОВЕДЕНИЕ,  
МАШИНОСТРОЕНИЕ**

**Сборник научных трудов**

**Под общей редакцией доктора технических наук  
профессора В.И. Большакова**

**При поддержке главного управления образования и науки областной  
государственной администрации**

**Выпуск 61**

*Серия: Инновационные технологии жизненного цикла объектов жилищно-  
гражданского, промышленного и транспортного назначения*

**Днепропетровск**

**2011**

ББК 30.3  
С86  
УДК 624(0)

*Печатается по решению Ученого совета ГВУЗ "Приднепровская  
государственная академия строительства и архитектуры"*

*Протокол № 1 от 31 августа 2011г.*

Согласно постановления Президиума ВАК Украины от 14.10.2009 г. за №1-05/4 сборник научных трудов входит в перечень № 1 «научных фахових видань України», в которых могут публиковаться результаты диссертационных работ на соискание ученых степеней доктора и кандидата наук.

**Строительство, материаловедение, машиностроение // Сб. научн. трудов.**  
Вып. 61, -Дн-вск, ПГАСА, 2011. – 548 с. (в обл.).

В сборник вошли статьи, освещающие актуальные вопросы диагностики и оценки технического состояния, прогноза долговечности и надежности, ремонта и восстановления конструкций зданий и сооружений жилищно-коммунального, промышленного и транспортного строительства.

**Редакционная коллегия:**

докт. техн. наук	<b>В.И. Большаков</b> (главный редактор)		
докт. техн. наук	<b>Н.В. Савицкий</b> (первый зам. гл. редактора)		
докт. техн. наук	<b>А.Н. Бамбура</b>		
докт. техн. наук	<b>Р.А. Веселовский</b>	докт. техн. наук	<b>В.Ф. Мушанов</b>
докт. техн. наук	<b>Д.Ф. Гончаренко</b>	докт. техн. наук	<b>К.А. Пирадов</b>
докт. техн. наук	<b>В.С. Дорофеев</b>	докт. техн. наук	<b>С.Ф. Пичугин</b>
докт. техн. наук	<b>П.П. Лизунов</b>	докт. техн. наук	<b>А.Н. Пшыньюк</b>
докт. техн. наук	<b>В.С. Лесовик</b>	докт. техн. наук	<b>Р.Ф. Рунова</b>
докт. техн. наук	<b>И.И. Лучко</b>	докт. техн. наук	<b>А.В. Русинов</b>
докт. техн. наук	<b>Г.А. Молодченко</b>	докт. техн. наук	<b>С.И. Федоркин</b>
докт. техн. наук	<b>В.М. Кириос</b>	докт. техн. наук	<b>В.Т. Шаленный</b>
докт. техн. наук	<b>Л.И. Стороженко</b>	докт. техн. наук	<b>А.М. Ливинский</b>
докт. техн. наук	<b>Е.А. Егоров</b>	докт. техн. наук	<b>В.Л. Седин</b>

Под общей редакцией д.т.н. профессора Большакова В.И.

Ответственный за выпуск Юрченко Е.Л.

Свидетельство (серия ДК № 8986) о внесении Приднепровской государственной академии строительства и архитектуры как субъекта издательского дела в Государственный реестр издателей и распространителей издательской продукции.

© ГВУЗ "Приднепровская государственная академия строительства и архитектуры", 2011

## СОДЕРЖАНИЕ

<b>Бамбура А.М., Гурківський О.Б., Безбожна М.С., Дорогова О.В., Сазонова І.Р.</b> Національні нормативні документи ДБН В.2.6.-98:2009 та ДСТУ Б В.2.6-156:2010 щодо проектування бетонних та залізобетонних конструкцій.....	10
<b>Бамбура А.М., Дорогова О.В.</b> Несуча здатність залізобетонних елементів кільцевого перерізу за спрощеними діаграмами деформування бетону і арматури.....	19
<b>Бамбура А.М., Сазонова І.Р., Канюка Л.Г.</b> Визначення ширини розкриття тріщин в залізобетонних конструкціях згідно з новими нормативними документами України.....	28
<b>Барабаш М.С.*, Палиенко О.И.</b> Дуальное представление моделей архитектурно-конструктивных элементов в сапр объектов строительства и архитектуры.....	33
<b>Беда С.В.</b> Класифікація зсувних процесів.....	38
<b>Білик С.І., Білик А.С., Усенко М.В., Куземко В.В., Нужний В.В.</b> Залишкові напруження в сталевих холодно-гнутих швелерах.....	43
<b>Большаков В.И., Воробьев Г.М., Кривуша Л.С., Ротт Н.А.</b> Влияние механической вибрации на формирование структуры отливок из стали 110Г13.....	49
<b>Большаков В.И., Шпирько Н.В.</b> Управление эксплуатационными свойствами жаростойких теплоизоляционных материалов на основе кремнегеля.....	54
<b>Болюк С.В.</b> Фурановые мастики - кислотостойкие разнонаполненные полимернасыщающие неотвердеваемые композиции.....	62
<b>Бронжаев М.Ф., Мишурова Т.В., Левенко А.М.</b> К вопросу устранения просадочности грунтовых оснований инъекционными методами.....	66
<b>Броневицький А.П.</b> Житлове будівництво в Україні: сучасний стан, проблеми, перспективи .....	69

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

*к.т.н., доцент Барабаш М.С.<sup>\*</sup>, Палиенко О.И.<sup>\*\*</sup>,*

*<sup>\*</sup> Национальный авиационный университет,*

*<sup>\*\*</sup> ООО «СОФОС»*

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

**Ключові слова:** міцнісний 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 степень 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 пластине, представляющих аналитическую модель. Опционально, 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 числовом виде. По высоте плита перекрытия привязывается к высоте этажа, к модели которого она отнесится. 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.

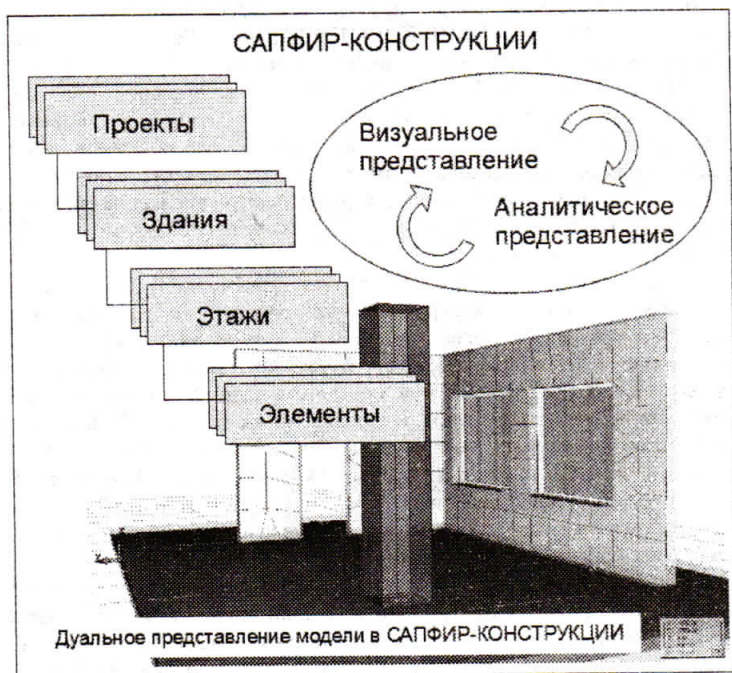


Рис.1. Схема дуального представления модели (наложение аналитической модели на архитектурную).

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, задавать 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, прорабатываемые 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. Автоматизация 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 КАЛПСО / 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.// Науковий вісник будівництва: Збірник наукових праць. Вип.20, – Х.: ХДТУБА, ХОТВ АБУ, 2002, - с.179 – 186.