

2. Бамбура А.Н., Гурковский А.Б. К построению деформационной теории железобетона стержневых систем на экспериментальной основе. //Міжвід. наук.-техн. зб. Будівельні конструкції. – К.:НДІБК,2003. - №59. с. 121-130.
3. Бамбура А.Н., Сазонова И.Р. Особенности расчета колонн высотного здания, усиленных при реконструкции железобетонными колоннами. //Міжвід. наук.-техн. зб. Будівельні конструкції. – К.:НДІБК,2005. - №62. с. 44-49.
4. „Індивідуальні технічні вимоги для проектування експериментального висотного житлового будинку за адресою: пр. Григоренка, 7-А, м/р житлового масиву “Осокорки” в Дарницькому районі м. Києва”.
5. ДБН В.2.2-15-2005. Житлові будинки. Основні положення. Державний комітет України з будівництва та архітектури, Київ,2005.

УДК 721.011:56

**ВОПРОСЫ ИНТЕГРАЦИИ ПРОГРАММНЫХ КОМПЛЕКСОВ, НА
ОСНОВЕ ИНФОРМАЦИОННО-ЛОГИЧЕСКОЙ МОДЕЛИ
СТРОИТЕЛЬНОГО ОБЪЕКТА**

*М.С. Барбаби, к.т.н., ведущий научный сотрудник
НИИАСС, г. Киев.*

Современное развитие систем автоматизированного проектирования характеризуется тенденциями интеграции программных комплексов. Использование интегрированной линии проектирования высотных зданий создает такие возможности, как:

- реалистичная визуализация, анимация и «виртуальная реальность», позволяющие всем, как профессионалам, так и людям, далеким от архитектуры, заказчикам, подрядчикам, городской администрации и др. увидеть результат проектирования;
- трехмерное размещение оборудования, планировка помещений, расстановка мебели;
- моделирование и визуализация строительных материалов отделочных работ;
- исследование различных вариантов проекта и альтернативных методов строительства;
- моделирование изменения конструкций, требующееся в процессе эксплуатации здания.

Известно, что архитектурную модель сложно преобразовать в расчетную схему. Это обусловлено наличием в ней архитектурных излишеств, которые не являются элементами расчетной схемы и могут повлиять на результаты расчета не всегда аккуратным сопряжением элементов модели, отсутствием данных об условиях опирания и примыкания элементов, нагрузках, материалах и т.п. Трудоемкость доведения модели, полученной в результате импорта, до уровня расчетной схемы чаще всего зависит от согласованности действий архитектора и конструктора на стадии создания архитектурного проекта.

Традиционно архитектурное проектирование в САПР подражало использованию обычных инструментов - карандаша, пера, бумаги и т.д. Более развитое программное обеспечение, однако, отбрасывает это подражание и внедряет свои собственные методы архитектурного проектирования. Эти методы нелинейные и основаны на тесной интеграции программных комплексов, участвующих в проектировании.

На сегодняшний день очевидной проблемой является обеспечение надлежащего уровня интеграции программных средств, которые обеспечивают автоматизацию процесса проектирования объектов строительства. Средством интеграции архитектурно-строительных программных комплексов должна стать единственная унифицированная информационно-логическая цифровая модель объекта, которая будет описывать объект строительства в целом.

Информационно-логическая модель объекта создается на базе цифровой модели объекта с учетом механизма формирования проектного решения.

Информационно - логическая трехмерная компьютерная модель, создаваемая в системе проектирования, содержит:

1. Информацию об элементах, динамически связанную с внешними базами данных. Информация из баз данных может быть использована при формировании отчетных документов или для манипулирования и пересмотра информации, описывающей элементы.
 2. Информацию о текущей комплектации оборудования с учетом всех последних изменений.
 3. Связь геометрического положения модели с информацией о ней.
 4. Профессиональные возможности просмотра в любой перспективе
- По созданной модели автоматически генерируется перечень документов:
- список и отображение элементов по заданным (общим) параметрам марка, давление, среда,
 - дата ввода в эксплуатацию;
 - экспликация оборудования в процессе возведения;
 - подсчет объемов работ.

Информационно - логическая модель объекта предоставляет архитектору, конструктору и сметчику гораздо больше возможностей по рассмотрению вариантов и внесению изменений в проект, отслеживая при этом все последствия внесенных изменений.

Например, уже на стадии эскизного проектирования у архитектора имеется в наличии детальная и точная информация, ранее доступная только на этапе детального проектирования. И наоборот, фундаментальные изменения в проект могут быть внесены достаточно поздно, не нарушая значительно график выполнения работ, так как двумерные рабочие чертежи являются по своей сути проекциями, полученными автоматически из исходной трехмерной компьютерной модели. Такой метод проектирования также позволяет архитекторам и конструкторам экспериментировать с проектными альтернативами и делать выбор лучшего решения на более ранних стадиях, когда степень риска не окупаемых затрат и потерь рабочего времени существенно ниже.

Анализируя численные программные объединения таких систем как ArchiCAD (автоматизированная система архитектурного проектирования), или AutoCAD, МОНОМАХ (программный комплекс для проектирования высотных зданий), ЛИРА (программный комплекс для расчета и проектирования конструкций разного назначения); Scad-office (программный комплекс для выполнения прочностных расчетов и проектирования различных видов строительных конструкций) видно, что эти программные комплексы хорошо работают как отдельные составные части процесса проектирования, лишь с определенными условиями создавая возможность импортирования графической модели в расчетную.

Информационно – логическая модели объекта (ИЛМО) основывается на единой базе данных, которая включает в себя базу конструктивных и расчетных схем. ИЛМО дает возможность преобразования графической информации в численную и наоборот, что позволяет архитектору создавать проект в удобной для него форме, а конструктору преобразовывать его в расчетную схему [1].

На этапе конструирования объекта импортированная модель превращается в систему элементов (ригелей, балок, колонн, стен и т.п.), на которые задаются нагрузки в зависимости от назначения конструкции, района строительства и т.п. После проведенного расчета, благодаря единой базе данных, мы получаем информацию о марке бетона, кирпича, раствора, о классе арматуры и ее количестве. С этой задачей неплохо справляется ПК МОНОМАХ, где есть информация о классе бетона, классе арматуры, расходе материала на элемент. В строительных организациях существует высокая потребность в программном обеспечении по календарному планированию, поскольку нахождение оптимального способа реализации проекта по времени при максимально эффективном использовании ресурсов являются ключевыми факторами успеха, а при растущей с каждым днем конкуренции – гарантом выживания организации. К программным комплексам управления строительством, как правило, предъявляются следующие требования:

- Разработка календарных графиков производства работ с поддержкой различных уровней иерархий;
- Построение графика потребностей в ресурсах, графика расходования денежных средств на проект в целом и на отдельный вид работ, ресурсов – планирование ресурсного обеспечения;
- Возможность планирования широкого спектра ресурсов: как исполнителей и механизмов (возобновляемых ресурсов), так и материалов (расходуемых ресурсов);
- Вариантное планирование – при жестких временных ограничениях и при ограниченных ресурсах для нахождения наиболее удачного компромисса: «быстрее – дешевле»;
- Нахождение наиболее «экономного» варианта реализации проекта за счет оптимизации стоимостных характеристик проекта при проведении проекта в различные сроки, привлечении разных ресурсов;
- Анализ распределения затрат на элементы объекта, на строительные работы различных типов в соответствии со структурой статей затрат;

- Интеграция в корпоративные информационные системы, возможность импорта-экспорта данных в программы составления строительных смет, складские, бухгалтерские программы.

Для решения подобных задач используется специальный класс программного обеспечения – системы календарного планирования и управления проектами. Эти системы обеспечивают поддержку основных процессов временного, ресурсного и стоимостного планирования и контроля на основе алгоритмов сетевого планирования, метода критического пути (или ресурсно-критического), метода освоенного объема и т.п. Мерой работы традиционно является её физический объем, а не продолжительность.

Во всех известных западных пакетах для управления проектами, отсутствует понятие физобъем. Работа измеряется длительностью. Нет его в TimeLine, P3, OpenPlan, SureTrak, MS Project. Поэтому при внедрении и использовании систем управления проектами приходится заниматься решением этой проблемы. Представляется, что существует как минимум два способа решения. Первый способ - использовать программный комплекс, «знающий» что такое «физобъем» и умеющий с этим понятием работать. Примером такого пакета может служить Spider Project, российской компании «Технологии управления Spider». Если же требуется адаптировать западную систему, то проблему можно решить с помощью добавления в стандартную модель проекта пользовательских полей для хранения данных об объемах работ или изменения структуры баз данных системы. Использование и внедрение в процесс проектирования информационно-логической модели объекта позволяет решить эту проблему. С помощью встроенных макроязыков, пользовательские поля базы данных необходимыми алгоритмами связываются со стандартными полями программных комплексов, входящих в интегрированную технологическую линию проектирования. При этом унифицируется единый используемый формат входных, выходных данных всех программных комплексов, входящих в интегрированную технологическую линию проектирования и взаимодействующих между собой через ИЛМО.

Ни в одном программном комплексе не реализовано процессора подсчета объемов конструируемого здания. Информационно-логическая модель объекта предполагает на основе полученных данных от конструктора и архитектора с помощью менеджера графической интерпретации автоматический подсчет объемов с дальнейшей их передачей в программы создания проектно-сметной документации и в систему управления проектами – Building Manager. Система Building Manager получает полную информацию о проектируемом объекте из ИЛМО и позволяет контролировать состояние проектно-строительных работ и следить за своевременной поставкой материалов и оборудования, то есть фактически реализуется задача оперативного управления процессом производства работ. Система позволяет динамически и интерактивно выдавать полную информацию о строительстве по запросу на любой момент времени.

Для использования данных ИЛМО программами сметных расчетов должны учитываться организационно - технологические решения нехарактерные для заданий проектирования.

Другое направление использования ИЛМО является передача информации о структуре и физических объемах работ непосредственно в программы сметных расчетов по методике ДБН. Этот путь может использоваться в случае, когда нет необходимости разработки календарных планов строительства и всех сопутствующих документов. Очень важным при создании ИЛМО является параметрическое определение элементов проектируемого объекта. Для примера рассмотрим железобетонные колонны каркаса [2].

Параметрическая привязка конструктивных элементов здания к сметным нормам Украины (на примере установки монолитных железобетонных колонн) показана в табл.1. Привязка видов элементов с использованием конкретного материала и с соответствующими параметрами к конкретной норме ДБН позволяет автоматически получить точно обоснованный перечень позиций ДБН с подсчитанными объемами работ в нужных единицах измерения (с учетом дополнительных условий: коэффициентов, позиций добавления на толщину и др.) для последующего использования программами сметных расчетов по методике ДБН.

Таблица 1

Пример организации базы правил в ИЛМО

Тип элемента	Парам. 1	Условие 1	Парам. 2	Условие 2	Материал	Обоснование Нормы
Колонна	Высота	≤ 4	Периметр	≤ 2	Монолит ж/б	Е6-14-4
Колонна	Высота	≤ 4	Периметр	$>2 \leq 3$	Монолит ж/б	Е6-14-5
Колонна	Высота	≤ 4	Периметр	>3	Монолит ж/б	Е6-14-6
Колонна	Высота	$>4 \leq 6$	Периметр	<2	Монолит ж/б	Е6-14-7

Следует отметить, что объемы работ автоматически могут быть сформированы только по отображенным элементам, при этом подсчет объемов не отображенных работ (погрузочно-разгрузочные работы и др.) значительно облегчается благодаря автоматическому подсчету основных объемов.

Для формирования обобщенной ИЛМО осуществляется процесс накопления знаний о модели предметной области. При этом производится тщательный анализ предметной области. Первым этапом в процессе приобретения знаний о предметной области является идентификация ключевых параметров, определение целей и характеристик проблемы. Ключевыми параметрами, являющимися терминами ИЛМО, могут быть: совокупность отдельных блоков или секций здания; отдельный фрагмент здания - этаж, лифтовая шахта, лестница; отдельные элементы конструкций - колонна, ригель, фундамент и т.д.

Далее выделяются основные понятия, термины и связи, необходимые для нахождения решений в данной предметной области. Исследуются стратегии и ограничения, связанные с решением задач. Выбираются основные правила и концепции принятия решения. Понятие обычно имеет имя (возможно

несколько имен-синонимов), определение, структуру (части, элементы и т.д.), оно связано с другими понятиями. Прямое использование знаний из базы знаний для формирования модели проектируемого объекта обеспечивается механизмом получения решений (ПР) - называемой также механизмом, или процедурой поиска, планирования, решения и т. д. Эта часть дает возможность извлекать из ИЛМО информацию об объектах аналогах, правила формирования параметров и характеристик проектируемого объекта, формулируемые в терминах понятий, хранящихся в ИЛМО.

ИЛМО включает ряд разделов и подразделов, представляющих собой совокупность следующих взаимосвязанных описательных компонентов: системы функциональных элементов объекта проектирования, множество систем координат, геометрических элементов, описаний основных комплектов документов, материалов и работ, необходимых для выдачи проектно-сметной документации. Функциональные элементы конструктивной части это - колонна, ригель, фундамент, плита перекрытия, диафрагма.

Таким образом, использование ИЛМО позволяет впервые создать интегрированную линию проектирования строительных объектов, в которую включены программные комплексы разного профиля, что решает практически все инженерные задачи на протяжении всего жизненного цикла строительного объекта от архитектурного проекта до календарного плана.

Также такая технология дает возможность рационально распределить автоматизированные рабочие места (АРМ) от архитектора до сметчика и рационально распределить функции между человеком и компьютером при формировании контроле и редактировании ИЛМО; при выборе методов и алгоритмов компьютерного моделирования, а также при оценке результатов автоматизированного проектирования в целом.

Основные преимущества:

- система допускает модификацию проекта на любой стадии;
- имеется встроенная база знаний, которая позволяет хранить проекты - аналоги, а также вводить новые правила обработки информации в систему;
- опираясь на производственные нормы возможно формирование коммерческих смет;
- технология автоматизированного построения сетевых моделей, и автоматизированного формирования календарного плана с возможностью его корректировки на каждом этапе производства работ.
- снижение количества ошибок, возникающих на всех стадиях технической подготовки и планирования производства.

Немаловажным является также то, что ИЛМО гарантирует надежное управление и хранение всего объема разнородной информации, которая появляется и используется в процессе проектирования и технической подготовки проектно-сметной документации, и обеспечивает информационную поддержку процессов от создания рабочих чертежей до конструкторской спецификации, и подготовки иллюстративных материалов, документации. Внедрение комплекса является хорошим базисом для повышения уровня культуры проектирования и подготовки производства, а также облегчает внедрение методологии международных стандартов серии ISO 9000, что на сегодняшний день является одним из важнейших факторов успешного продвижения продукции предприятия на рынке.

ИСПОЛЬЗОВАННАЯ ЛИТЕРАТУРА

1. А. С. Городецкий, В. С. Шмуклер, А. В. Бондарев Інформаційні технології розрахунку і проектування будівельних конструкцій. Навчальний посібник. - Харків: НТУ "ХПІ", 2003.-889с/
2. Барабаш М.С., Коба С.Д. Нова концепція автоматизації проектування об'єктів будівництва на основі цифрової моделі. Будівництво України, №5. – К.: ДНДІАСБ, 2004, с 31 – 34.

УДК 624.15.001.24

ИССЛЕДОВАНИЯ ФУНДАМЕНТОВ КОЛОНН И РОСТВЕРКОВ
СВАЙНЫХ ФУНДАМЕНТОВ*К.В.Баташева, к.т.н., доц.**Приднепровская государственная академия строительства и архитектуры,
г. Днепропетровск*

На кафедре железобетонных и каменных конструкций Днепропетровского инженерно-строительного института под руководством д.т.н., проф. Баташева В.М. выполнялись работы по совершенствованию конструктивных решений железобетонных фундаментов и ростверков. Проектированию реальных объектов предшествовала научно-исследовательская работа, целью которой являлось разработка новых эффективных конструктивных форм монолитных, сборных и сборно-монолитных фундаментов, обеспечивающих снижение материалоемкости, а также совершенствование методов расчета фундаментов под колонны зданий и сооружений.

Анализ конструктивных форм применяющихся фундаментов под колонны показал, что в основном выполняются фундаменты монолитными со ступенчатой плитой и подколонником прямоугольного сечения, в которых расход бетона на 20...30 % выше по сравнению с требованиями расчета

Целью экспериментальных исследований было изучение напряженно-деформированного состояния предложенных новых конструкций монолитных, сборных и сборно-монолитных фундаментов и ростверков, а также их элементов.

В программу экспериментальных исследований были включены две серии моделей фундаментов (в количестве десяти штук), отличающихся конструктивными схемами, и в качестве элементов этих фундаментов – плиты (в количестве 15 штук) и балки прямоугольного и таврового сечения (в количестве 48 штук).

Программа содержала следующие разделы.

- Испытания сборно-монолитных балок таврового сечения (как элементов сборно-монолитного фундамента) с нагружением их на полку и ребро с целью изучения напряженно-деформированного состояния балок при нагружении их на полку, отрыва растянутой зоны и сопоставления

опытных данных с балками, нагруженными на ребро, а также определения их прочности и трещиностойкости.

- Испытания сборно-монолитных балок прямоугольного сечения со сборными вставками-диафрагмами, пересекающими монолитную часть поперечного сечения балки. Испытания проводились для изучения напряженно-деформированного состояния изгибаемых сборно-монолитных элементов, в которых нагрузка передается не на верх балки, а на ее нижнюю сборную часть. (Подобные схемы работы сборно-монолитных и монолитных конструкций встречаются в сборно-монолитных фундаментах при опирании сборной плиты подколонника на фундаментную плиту и в сборно-монолитных ростверках).
- Испытания сборно-монолитных фундаментных плит на выдергивание анкерных стержней и продавливание штампом. Опыты проводились с целью изучения влияния двухслойной конструкции плиты, состоящей из сборного и монолитного слоев, на прочность при ее продавливании и выдергивании анкерных стержней.
- Испытания сборно-монолитных фундаментов с различными конструктивными схемами применительно к возможным их вариантам при строительстве одноэтажных и многоэтажных промышленных и гражданских зданий. Цель испытания – изучение особенностей напряженно-деформированного состояния сборно-монолитных фундаментов, узлов, сопряжения элементов и оценки их несущей способности и трещиностойкости.

На основании проведенных исследований был получен обширный материал для разработки эффективных конструктивных решений фундаментов и совершенствования методов их расчета. Результаты научно-исследовательских работ показали, что имеется реальная возможность значительного снижения расхода цемента, стали, трудозатрат и стоимости строительства фундаментов.

Для снижения трудозатрат и стоимости нулевого цикла целесообразно применение сборно-монолитных фундаментов, конструктивная схема которых имеет лучшие технико-экономические показатели по сравнению с монолитными фундаментами и обеспечивает возможность изменения размеров элементов фундаментов в определенных пределах, не требуя дополнительных затрат на устройство специальной опалубки. Примером могут служить разработанные сборно-монолитные фундаменты, состоящие из монолитной фундаментной плиты, сборных ребер и монолитного или сборного оголовка, в котором размещаются анкерные болты или стакан. Элементы фундаментов имеют простую прямоугольную или трапециевидную форму и могут изготавливаться в условиях строительной площадки.

В качестве примера на рис.1 приведен фундамент с прямоугольной фундаментной плитой имеет продольные сборные ребра, заделанные в сборном подколоннике, которые соединяются с плитой поперечными стержнями, заделанными в монолитной плите.