

## **Проблеми розвитку міського середовища. Вип.2 (12) 2014**

Использование предложенной модели позволяет разработать методику решения задач прочности кососжатых элементов в инженерной практике проектирования.

**Ключевые слова:** безкапитально-безригельный каркас, колонна, косое сжатие, моделирование.

**Annotation.** The spatial model of mode of deformation of a column of uncapital-ungirder structural system of the buildings working in the conditions of biaxial compression is developed. Using of the offered model allows developing a method of the solution of problems of strength of biaxial compressed elements in engineering practice of design.

**Keywords:** uncapital-ungirder structural system, column, biaxial compression, modeling.

*Стаття надійшла до редакції у листопаді 2013р.*

**УДК 004.896** Городецкий А.С., д.т.н., проф.,  
действительный член Академии строительства Украины,  
Барабаш М.С., к.т.н., доц., докторант НАУ,  
действительный член Академии строительства Украины,  
Судак В.С., действительный член Академии  
строительства Украины, директор МНИАЦ “ИНФОБУД”  
Печенов С.Л., руководитель группы программирования  
МНИАЦ “ИНФОБУД”<sup>20</sup>

### **КОМПЛЕКСНЫЕ СИСТЕМЫ ПРОЕКТИРОВАНИЯ И УПРАВЛЕНИЯ СТРОИТЕЛЬСТВОМ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ПОЛНОФУНКЦИОНАЛЬНОЙ ИНФОРМАЦИОННОЙ МОДЕЛИ ЗДАНИЯ (ВМ). ЗАРУБЕЖНЫЙ И ОТЕЧЕСТВЕННЫЙ ОПЫТ, ПЕРСПЕКТИВЫ РАЗВИТИЯ**

**Аннотация.** Статья посвящена актуальной проблеме комплексного проектирования и управления в строительной отрасли, современным

---

<sup>20</sup> © Городецкий А.С., Барабаш М.С., Судак В.С., Печенов С.Л.

тенденциям рынка интегрированных систем на западе и в Украине, перспективам развития таких технологий.

**Ключевые слова:** интегрированные системы проектирования и управления, информационная модель строительного объекта (BIM), САПР, АСУ, проектирование, управление, планирование, сметно-финансовые показатели.

**Состояние проблемы.** Информационное моделирование здания - это подход к проектированию, возведению, оснащению, эксплуатации и ремонту здания (управлению жизненным циклом объекта), который предполагает комплексную обработку всей архитектурно-конструкторской, технологической, экономической и иной информации о здании со всеми ее взаимосвязями и зависимостями в единой информационной структуре.

Информационная структура (база данных), основанная на 3-D модели, содержит описание топологии и пространственного расположения всех элементов здания (стен, колонн, диафрагм, перекрытий, окон, дверей и т.д.). Подробная информация об элементе (специфическая для каждого элемента) – это тип элемента, высота, ширина, толщина, сечение, координаты отверстий, привязки, углы поворота и т.д.

В мировой практике принят устойчивый термин: Building Information Model – BIM (информационная модель объекта). Рынок программного обеспечения для строительства предлагает достаточно широкий выбор средств автоматизации для разных частей проекта, от разных производителей разных стран. Все программные комплексы, представленные на рынке, являются автономными продуктами, не связанными друг с другом.

Актуальность. Все ведущие зарубежные разработчики строительных САПР – Autodesk (AutoCAD, Revit и др.), Nemetschek (Allplan), Graphisoft (ArchiCAD), IBM/Dassault Alliance (CATIA) – заявили о поддержке в своих продуктах технологии BIM.

Таким образом, зарубежные тенденции комплексной автоматизации строительной отрасли предполагают:

- покупку всей (дорогостоящей) линейки продуктов одного производителя (или связанных компаний);
- необходимость специалистам всех профилей (не только архитекторам и конструкторам) для выполнения своей работы свободно ориентироваться в достаточно сложных графических средах (Revit, Allplan, ArchiCAD и т.д.).

В Украине тенденции автоматизации строительной отрасли резко отличаются, (так исторически сложилось) разнообразием используемых средств различных производителей. Компьютерные технологии охватывают все разделы архитектурно-строительного проектирования.

Автоматизация архитектурной части проекта обеспечивается такими программными комплексами как САПФИР, ArchiCAD, REVIT, Allplan и др. Конструкторы имеют в своем распоряжении широкий набор программных комплексов, таких как ЛИРА-САПР, МОНОМАХ-САПР, Scad, STARK-ЕС, MicroFE, ROBOT, SAP, STRAP, ANSYS и др. Для автоматизации сантехнической части проекта проектировщики располагают такими программными комплексами как CAD–profi, HVAC & Piping, AutoCAD Revit MEP Suite, AutoCAD MEP, APC ПС и др. Для автоматизации электротехнической части проекта набор программных средств также достаточно представительный: ЭЛЬФ, НТЕ,

nanoCAD ONC, nanoCAD СКС, nanoCAD ЭЛЕКТРО, Bentley promis, CAD–profi, Electrical, CADElectro, WinElso и др.

Автоматизация сметно–финансовой части проекта обеспечивается такими программными комплексами как ТК-ИСС, ИБК, Смета-XXI, АВК, Строительные Технологии - Смета, АС–4 и др. Следует отметить, что наиболее трудоемкая операция – подсчет объемов работ в терминах тех или иных технологических нормативов - до последнего времени оставалась вне поля зрения разработчиков программного обеспечения, также как и этап планирования и управления строительством.

При переходе к управлению проектами всю сметную информацию необходимо преобразовывать в технологическую, создавая технологические комплексы работ на конструктивные элементы, чтобы эта информация стала исходной информацией для операций планирования и управления проектами, с использованием соответствующих программных комплексов.

Таким образом, актуальным представляется разработка технологии, позволяющей объединить программное обеспечение всех частей строительного проекта в единую технологическую линию, исключая дублирование работ, повышающую эффективность труда специалистов и снижающую затраты на разработку и реализацию строительного проекта.

**Новизна.** Технология организована таким образом, чтобы существенно облегчить решение проблем вариантного проектирования, интеграции программного обеспечения, информационного сопровождения строительного объекта в меняющихся условиях эксплуатации, приспособляемость к специализации проектных организаций и т. п.

Такая технология разработана на основе расширений архитектурной BIM для расчетно-конструктивной части (САПФИР-BIM) и для сметно-финансовой части и управления строительством (iBMS-BIM).(рис.1)

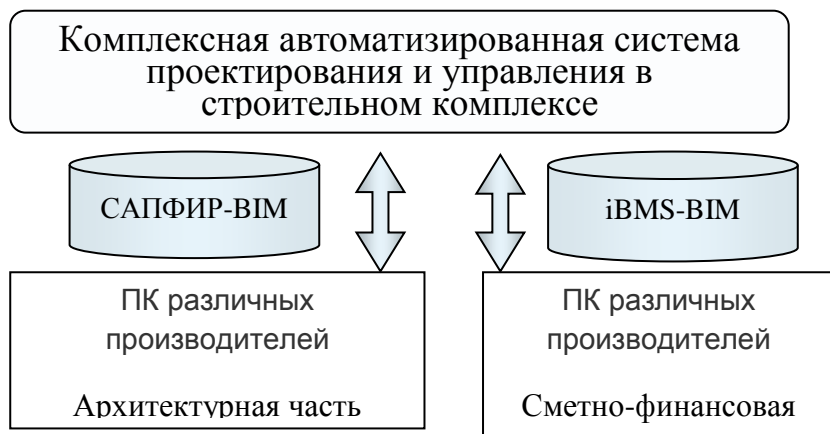


Рис.1 Комплексная автоматизированная система проектирования и управления в строительном комплексе

Технология решает 2 основные задачи:

- Интеграция на основе единой модели (САПФИР – ЛИРА-САПР – САПФИР) программных комплексов, автоматизирующих различные разделы проекта (используется на стадии проектирования здания).

- Автоматизированный подсчет объемов работ строительных объектов (на основе BIM) в терминах технологических нормативов, интеграция сметно-финансовых программных комплексов и систем управления строительством (используется сметно-финансовыми

подразделениями, инжиниринговыми компаниями, участниками тендеров на строительство).

При выполнении архитектурно-конструкторских работ обычно требуется несколько раз согласовывать информацию и обмениваться моделью объекта при согласовании проекта.

Акцентируем внимание на том факте, что архитектурная и конструктивная части проекта неразрывно и тесно взаимосвязаны. Архитектурная часть обеспечивает функциональность объекта, а конструктивная – надежность и прочность. Аналитическая модель представляет собой визуально упрощённую и геометрически идеализированную модель конструкции, в которой колонны и балки представлены одномерными стержнями, а стены и плиты перекрытий представлены двумерными пластинами. В аналитической модели присутствуют только несущие элементы здания (рис. 2). Другие элементы либо заменяются нагрузками, либо игнорируются.

Одним из наиболее важных моментов в функционировании BIM-технологий является тесная информационная взаимосвязь между архитектурной и аналитической моделями. Архитектурная модель содержит все основные элементы, определяющие эксплуатационные качества и технологию функционирования объекта: назначение и взаиморасположение помещений, стены, колонны, балки, окна, двери, лестницы и др. Аналитическая модель включает только конструктивные элементы: несущие стены, колонны, пилоны, балки, плиты перекрытий, фундаментные плиты, т.е. элементы, которые отвечают за прочность и устойчивость сооружения.



Рис. 2. Представление архитектурной и аналитической моделей здания

Такая информационная взаимосвязь обеспечивается программным комплексом САПФИР (ПК САПФИР) и не только определяет адекватное построение аналитической модели, но и в процессе проектирования помогает достичь компромисса между архитектором и конструктором.

Основные задачи, решаемые ПК САПФИР:

- 1) архитектурное проектирование новых объектов строительства;
- 2) информационное моделирование зданий и сооружений на основании уже имеющейся проектной документации;
- 3) информационная поддержка объекта строительства на всех этапах его жизненного цикла (от проекта до утилизации);

4) адаптація інформаційних моделей, в том числі, створених з допомогою інших програм, к використанню для прочностного аналізу.

Одною з основних функцій ПК САПФІР являється підготовка просторової архітектурної моделі об'єкта будівництва для прочностних розрахунків і аналізу напружено – деформованого стану конструкції. В основі теоретичних передумов розробки ПК САПФІР лежить концепція дуального представлення моделі. Це означає, що паралельно з архітектурною моделлю на програмному рівні підтримується аналітичне представлення кожного конструктивного елемента. З аналітичних моделей окремих елементів з урахуванням їх взаємодії формуються аналітична модель будівлі в цілому.

Інформаційна Система Управління Будівництвом (iBMS):

- підтримує повноцінну інформаційну 3D модель (iBMS-BIM) будівлі;
- дозволяє імпортувати 3D модель будівлі з всіх найбільш поширених систем архітектурного проектування;
- реалізує стиківку з інформаційною моделлю (BIM) популярних розрахункових комплексів (САПФІР, МОНОМАХ-САПР, ЛІРА-САПР);
- дозволяє підключати будь-яке число БД будівельних нормативів;
- дозволяє збирати об'єми як в будівельних одиницях (конструктивних елементах), так і в термінах будівельних нормативів. Фізичні об'єми, зібрані системою, можуть бути сопоставлені з будь-якою нормативною



## **Проблеми розвитку міського середовища. Вип.2 (12) 2014**

БД, підключеної к iBMS. Это может быть сделано как ручным способом, так и в автоматизированном режиме;

- реалізує механізми “навчання” системи правилам підбору сметних нормативов. Для реалізації автоматизованого режиму використовується розширювана база правил підбору сметних нормативов с алгоритмами штучного інтелекту;

- підтримує різні формати експорту сметної інформації в різні сметні комплекси і системи управління будівництвом. Результати роботи можуть бути сформовані в нормативах того сметного комплексу, в якому передбачається продовжити обробку даних.

iBMS підтримує експорт в сметні комплекси України (ИБД), сметні комплекси Росії (АРПС), розширений відкритий XML-формат обміну с ТК-Інвестор (на основі укрупнених нормативов – технологічних комплексов робіт і конструктивних елементов), тем самим вирішуючи наступну задачу:

- дозволяє формувати технологічні завантаження с відповідним експортом в ПК управління будівництвом.

Технологія інформаційної зв'язки iBMS – ТК–Інвестор – MS Project реалізує повний цикл взаємодії між проектуванням і управлінням будівництвом, ліквідує інформаційні розриви між ними.

- В початку ланцюжка засоби iBMS дозволяють отримати повну 3D модель будівлі з всіх найбільш поширених систем проектування (архітектура, конструювання, сантехніка, електрика і т.д.).

## **Проблеми розвитку міського середовища. Вип.2 (12) 2014**

- Затем собрать строительные объемы в терминах укрупненных нормативов ТК-Инвестор (на основе Украинского строительного классификатора – УБК), сформировать технологические захватки и передать полный комплекс информации о проекте в целом и его элементах в ТК-Инвестор.

- На следующем этапе, в ТК-Инвестор, выполняются все операции по расчету и уточнению сметной стоимости проекта, подготовка технологической сметной документации.

- На последнем этапе корректно сформированные данные для календарного планирования передаются в MS Project.

- Результаты работы над сетевыми графиками в MS Project могут быть возвращены в ТК-Инвестор, а затем и в iBMS. При этом iBMS предоставляет средства визуализации на 3D модели здания результатов календарного как планирования, так и фактического выполнения работ. Например, степень готовности элементов здания на определенную дату (план/факт).

В настоящий момент времени «Комплексная автоматизированная система проектирования и управления в строительном комплексе», созданная совместными усилиями компаний ЛИРА САПР и МНИАЦ «ИНФОБУД», уже выросла из теоретической разработки в работоспособную автоматизированную систему, которая была использована для комплексной автоматизации проектирования и управления строительными объектами в Украине, Грузии и ОАЭ.

В 2013 году коллективу авторов «Комплексной автоматизированной системы проектирования и управления в строительном комплексе» было присвоено почетное звание

## **Проблеми розвитку міського середовища. Вип.2 (12) 2014**

Лауреатов премии Академии строительства Украины им. Будникова М.С.

Дальнейшее развитие технологий комплексного проектирования, предполагающее улучшение качества проектирования и управления строительством, сокращение сроков проектирования и строительства, привлечение инвестиций (в т.ч. иностранных) требует решения нескольких первоочередных задач.

- Дальнейшего приближения к международному уровню нормирования и управления строительством, в т.ч. на основе Еврокодов.

- Создания базы данных укрупненных сметных нормативов, в т.ч. на основе Украинского Строительного Классификатора (УБК), и во взаимосвязи с базами данных объектов – аналогов, созданных в странах с развитой рыночной экономикой, с учетом опыта их использования в этих странах;

- Формирования единого информационного пространства строительной отрасли Украины и стран СНГ, с использованием универсального формата обмена данными между различными программными комплексами и базами данных, используемых на различных этапах инвестиционного процесса в строительстве.

### **Использованная литература**

1. Барабаш М.С., Бойченко В.В., Палиенко О.И. Информационные технологии интеграции на основе программного комплекса САПФИР.: Монография. - К.: Изд-во «Сталь», 2012.-485с.

2. Барабаш М.С., Медведенко Д.В., Палиенко О.И. Программные комплексы САПФИР и ЛИРА-САПР – основа отечественных BIM-технологий. Монография. 2-е издание М.: Издательство Юрайт, 2013. – 366 с.

3. Borodavka Y.V., Pechenov S.L. Product lifecycle management in

## **Проблеми розвитку міського середовища. Вип.2 (12) 2014**

construction. Eastern-European Journal of Enterprise Technologies (Східноєвропейський журнал передових технологій). – 2010. – №6/3(48). – С. 31-34.

**Abstract.** The article is devoted to an important issue of complex construction design and management, modern market trends of integrated systems both in the West and in Ukraine and prospects of further development of such technologies.

**Tags:** integrated construction design and management systems, Building Information Model (BIM), Computer Aided Design (CAD), Automated Management System (AMS), design, management, planning, budgeting, financial indicators.

**Анотація.** Стаття присвячена актуальній проблемі комплексного проектування та управління у будівельній галузі, сучасним тенденціям ринку інтегрованих систем на заході та в Україні, перспективам розвитку таких технологій.

**Ключові слова:** інтегровані системи проектування та управління, інформаційна модель будівлі (BIM), САПР, АСУ, проектування, управління, планування, кошторисно-фінансові показники.

*Стаття надійшла до редакції у листопаді 2013р.*

**УДК 624.131**

Головко С.И., д.т.н., проф.<sup>21</sup>

### **ВЫРАВНИВАНИЕ КРЕНОВ СООРУЖЕНИЙ И УСИЛЕНИЕ ОСНОВАНИЙ ИНЪЕКЦИЕЙ ЦЕМЕНТНОГО РАСТВОРА**

**Аннотация.** В статье приведены результаты исследований и разработки метода усиления основания и выравнивания плитного фундамента инъекцией цементного раствора под высоким давлением.

**Ключевые слова:** неравномерная осадка, крен, инъекция раствора, нагрузки и давления, закрепление грунтов.

---

<sup>21</sup> © Головко С.И.