

З 1959 р. до 1993 р. журнал "Промышленное строительство и инженерные сооружения"  
Видається з 1993 р.

**Засновники:** Мінбуд України,  
ВАТ "КиївЗНДІЕП", УДНДІ "Діпромисто", ДП "Укрархбудінформ",  
Академія будівництва України, Творча науково-технічна спілка будівельників України

## ЗМІСТ

### БУДІВНИЦТВО УКРАЇНИ

**В.М. Шахнова**

КиївЗНДІЕП – ВЧОРА, СЬОГОДНІ, ЗАВТРА . . . . . 2

### УПРАВЛІННЯ ТА ЕКОНОМІКА

**А.Д. Чернявський, А.А. Чернявський**

ПРАКТИКА ФОРМУВАННЯ СУЧАСНИХ  
МЕРЕЖЕВИХ ОРГАНІЗАЦІЙ У БУДІВНИЦТВІ . . . . . 10

### НОВІ ТЕХНОЛОГІЇ

**В.Г. Артюх, І.В. Санников**

ДОСВІД ПРОЕКТУВАННЯ ТА БУДІВНИЦТВА  
МОНОЛІТНИХ ЗАЛІЗОБЕТОННИХ ПЛИТ З ЦИЛІНДРИЧНИМИ  
ПОРОЖНИНАМИ В ПЕРЕКРИТТЯХ ЦИВІЛЬНИХ БУДИНКІВ . . . . . 13

### РЕКОНСТРУКЦІЯ

**В.Б. Савйовський, А.В. Савйовський**

ПІДСИЛЕННЯ ФУНДАМЕНТІВ  
ВЛАШТУВАННЯМ ВДАВЛЮВАНИХ ПАЛЬ . . . . . 16

### ЗАРУБІЖНА АРХІТЕКТУРА

**Абдулбахи Морадшеlex**

СОВРЕМЕННЫЕ ТЕНДЕНЦИИ ФОРМИРОВАНИЯ  
АРХИТЕКТУРЫ ГРАЖДАНСКИХ ЗДАНИЙ ИРАНА . . . . . 19

### НАУКА – БУДІВНИЦТВУ

**О.В. Шимановський, В.В. Шалінський**

СТІЙКІСТЬ ПЛОСКОЇ ФОРМИ ВИГИНУ ПРУЖНО-ПЛАСТИЧНИХ  
НИТОК СКІНЧЕННОЇ ЖОРСТКОСТІ З НЕСИМЕТРИЧНИМ  
ПОПЕРЕЧНИМ ПЕРЕРІЗОМ . . . . . 25

**Т.І. Матченко, В.Д. Гулевець, Н.Й. Врублевська,  
П.Т. Матченко**

ВИЗНАЧЕННЯ МІЦНОСТІ ТА ЖОРСТКОСТІ  
ПОШКОДЖЕНОГО АЕРОДРОМНОГО ПОКРИТТЯ  
ТА РОЗРАХУНОК ШАРУ ЖОРСТКОГО ПОСИЛЕННЯ . . . . . 28

**О.С. Крюкова**

ЕФЕКТИВНІСТЬ ВИКОРИСТАННЯ  
РОЗРАХУНКОВИХ КОМПЛЕКСІВ  
ДЛЯ РОЗРАХУНКУ АЕРОДРОМНИХ ПОКРИТТІВ . . . . . 31

**О.І. Яворська**

ВИКОРИСТАННЯ МЕТОДІВ АНАЛІЗУ РИЗИКУ  
ТА КОМП'ЮТЕРНОГО МОДЕЛЮВАННЯ ДЛЯ ВИЗНАЧЕННЯ  
СТІЙКОСТІ БУДІВЛІ ПРОГРЕСУЮЧОМУ РУЙНУВАННЮ . . . . . 34

### АВТОМАТИЗАЦІЯ ПРОЕКТУВАННЯ

**О.С. Городецький, Є.В. Бородавка**

ЗАСОБИ ПІДТРИМКИ ПРОЦЕСУ ПРОЕКТУВАННЯ БУДІВЕЛЬ  
І СПОРУД З ВИКОРИСТАННЯМ УНІФІКОВАНОЇ  
ЦИФРОВОЇ МОДЕЛІ ОБ'ЄКТА . . . . . 36

**М.С. Барабаш, А.В. Терещенко**

ОРГАНІЗАЦІЯ ТЕХНОЛОГІЇ ІНТЕГРАЦІЇ СИСТЕМ  
АВТОМАТИЗОВАНОГО ПРОЕКТУВАННЯ  
НА БАЗІ КАЛІПСО . . . . . 40

**В.А. Божко**

ДОСВІД ВИКОРИСТАННЯ  
ОБ'ЄКТНО-ОРІЄНТОВАНИХ ПРОГРАМ  
ДЛЯ ПРОЕКТУВАННЯ МЕТАЛЕВИХ КОНСТРУКЦІЙ . . . . . 44

На 1-й стор.  
обкладинки: 31-поверховий багатофункціональний комплекс будівель і споруд. Солом'янський р-н м. Києва.  
Головні архітектори проекту – С. Юнаков, І. Кошечкін,  
головний інженер – Л. Гімюш,  
головний конструктор – В. Долинний.

- ♦ Передрук матеріалів дозволяється тільки за письмовою згодою редакції.
- ♦ Редакція може не поділяти точки зору авторів.
- ♦ Відповідальність за підбір та висвітлення фактів у статтях несуть автори.
- ♦ За зміст реклами відповідає рекламодавець.
- ♦ Журнал "Будівництво України" віднесено ВАКом України до видань, у яких можуть публікуватися основні результати дисертаційних робіт.

## ОРГАНІЗАЦІЯ ТЕХНОЛОГІЇ ІНТЕГРАЦІЇ СИСТЕМ АВТОМАТИЗОВАНОГО ПРОЕКТУВАННЯ НА БАЗІ КАЛІПСО

М.С. Барабаш, к.т.н., А.В. Терещенко

Київ

Архітектурно-конструктивне проектування, розрахунок конструкцій, розробка кошторисної документації, а в останній час і бухгалтерський облік здійснюються з використанням сучасних ефективних програмних комплексів. Кожен із цих програмних комплексів має свою модель представлення об'єкта будівництва і оперує тими атрибутами елементів моделі, які необхідні для вирішення задач автоматизації певного етапу проектування будівельного об'єкта. Інтеграція між програмними комплексами найчастіше забезпечується шляхом обміну файлами експорту/імпорту.

Модель будь-якого складного об'єкта повинна бути максимально подібною до справжнього об'єкта. Тому моделі об'єктів і процесів їх перетворення повинні описувати фахівці, які працюють з комп'ютерними моделями на кожному з етапів проектування.

Для комплексного використання програмного забезпечення в галузі будівництва з метою забезпечення інтеграції програмних комплексів різного призначення в єдину повнофункціональну автоматизовану систему, що забезпечує автоматизацію всіх інженерних та розрахункових завдань у сфері проектування, управління та обліку, на основі використання накопиченого досвіду вирішення цієї задачі в ДНДІАСБ розроблено програмний комплекс **КАЛІПСО**. Комплекс складається з декількох підсистем та цифрової моделі об'єкта (ЦМО). Технологія проектування на основі концепції ЦМО полягає в послідовному "спілкуванні" з ЦМО фахівців різних спеціальностей, які зчитують із ЦМО необхідну інформацію, на її основі приймають проектні рішення і зберігають їх у ЦМО для подальшого використання (рис. 1).

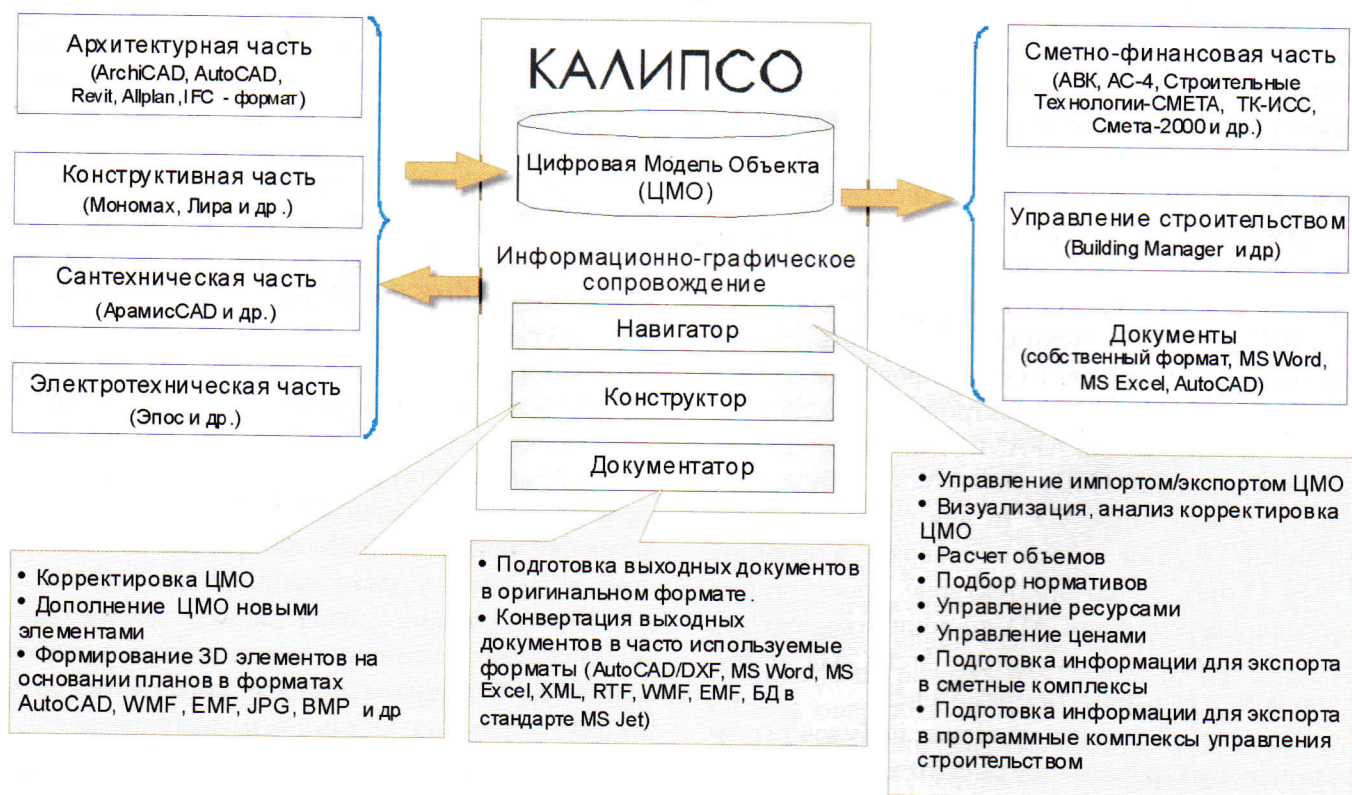


Рис. 1. Загальна схема функціонування інтегрованої лінії проектування КАЛІПСО.

Цифрова модель об'єкта послідовно створюється програмними комплексами різного призначення, що автоматизують окремі розділи проекту – архітектура, конструкції, сантехніка, електрика, з подальшим визначенням обсягів робіт, складанням кошторисів і необхідним документуванням (робочі креслення, специфікації, пояснювальні записки).

На початковому етапі архітектурна модель будівельного об'єкта імпортується в цифрову з різних архітектурно-графічних програм. Створення архітектурної моделі об'єкта в **КАЛПСО** можливо шляхом зчитування інформації про об'єкт проектування з програмних комплексів *ArchiCAD*, *AutoCAD*, *Autodesk Revit Building* та ін. або із сканованих креслень. Найбільш продуктивною є схема базового створення цифрової моделі об'єкта за допомогою програмних комплексів параметризованого моделювання об'єктів *ArchiCAD* та *Autodesk Revit Building*.

При створенні архітектурної частини проекту модель об'єкта динамічно розподіляється між декількома автоматизованими робочими місцями архітекторів та проектувальників, які працюють одночасно. Наприклад, паралельно з моделлю будівлі архітектор може моделювати топо-поверхню, використовуючи безпосередньо спеціалізовану програму *Autodesk Civil 3D*.

Не всі системи проектування будівель підтримують параметричне моделювання в повному обсязі. Для дуже великих проектів (особливо для багатосекційних будівель) принцип групової роботи в *Autodesk Revit Building* дозволяє зв'язувати

окремі моделі будівель в єдину систему. Для зв'язаних моделей підтримуються стандартні функції перегляду, що дозволяють створювати різні види перерізів, наприклад, розріз для декількох будівель або генплани. Як і робочі набори, зв'язані моделі можуть мати своє власне настроювання екранного відображення. Таким чином, можна управляти візуалізацією компонентів моделі, що суттєво впливає на продуктивність системи (рис. 2). Так було розроблено об'єкт по вул. Шевченка в м. Вишгород, обсяг робочого файла склав 160 Мб (рис. 3) всього за 1 місяць.

Далі для виконання розрахунків архітектурна модель проекту із цифрової моделі об'єкта експортується в конструюючі програмні комплекси (МОНОМАХ, ЛІРА) і програмні комплекси розрахунку інженерних мереж і устаткування (електропостачання – ЕПОС, КАРМЕН, опалювання, вентиляція, газо- і водопостачання – АРАМІС)<sup>1</sup>. Конструктивна частина моделі містить наступні моделі: сітки будівельних осей і координатно-модульних мереж, конструктивних схем поверхів, конструктивних елементів, розрахункових схем. Моделі сітки будівельних осей і координатно-модульних мереж є наборами даних для елементарних прямокутних і радіальних мереж. Для елементарної прямокутної мережі є: координати початкової точки мережі, кут повороту мережі щодо глобальної системи координат; розміри кроків по місцевих осях X1 і Y1; для мережі будівельних осей – найменування осей. Для елементарної радіальної мережі є: координати початкової точки і кут повороту мережі щодо глобальної системи

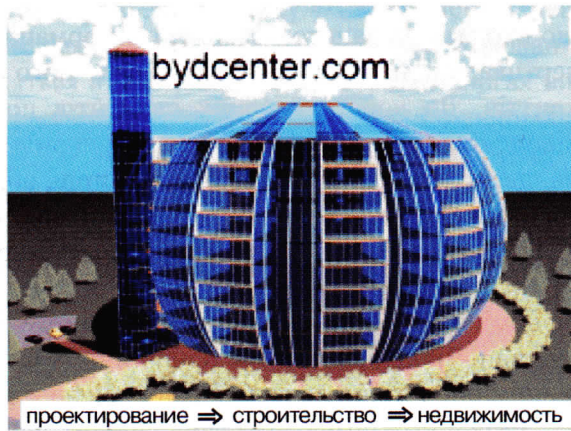
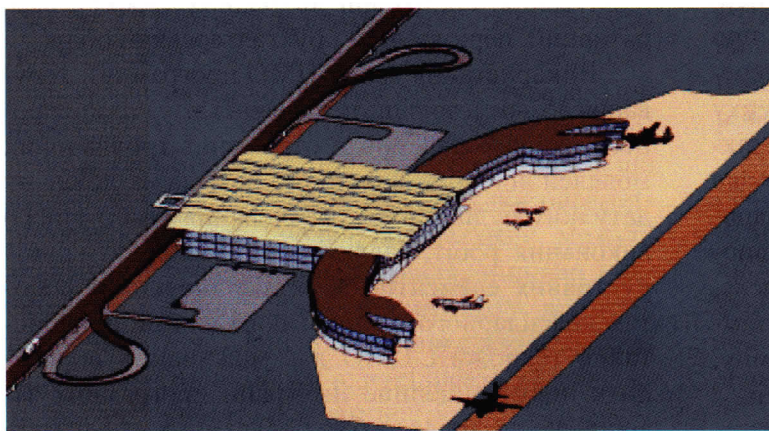


Рис. 2. Приклади проектів, створених в Autodesk Revit Building.

<sup>1</sup> **Барабаш М.С., Городецький О.С.** Технологія автоматизованого проектування з використанням цифрової моделі об'єкта // 36. Науковий вісник будівництва. – вип. 20. – Харків: ХДТУБА, ХОТВ АБУ, 2002. – С. 179-186

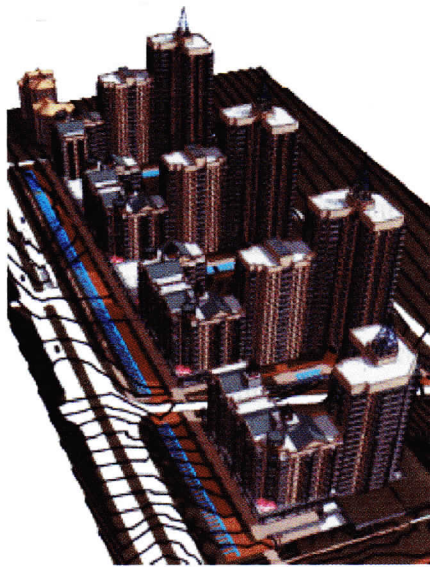


Рис. 3.  
Ескізний проект  
об'єкта,  
м. Вишгород.

координат; розмір кроків у метрах в радіальному напрямку і розмір кроків у градусах за кільцевим напрямком; для мережі будівельних осей – найменування осей.

Моделі конструктивних схем поверхів містять інформацію про конструктивні елементи, що входять до даного поверху, і інформацію про вертикальні навантаження на плити його перекриттів. До конструктивних елементів поверху відносяться стіна, колона, балка, перекриття, вікна, двері, а також підлоги, підвісні стелі, обробка горизонтальних поверхонь і їх утеплення, парогідроізоляція. До навантажень відносяться: рівномірно розподілене по всій плиті, зосереджене, рівномірно розподілене по прямокутному штампі, рівномірно розподілене по лінійному штампі, рівномірно розподілене довільної конфігурації.

Результати розрахунку доповнюють інформацією цифрову модель об'єкта.

Наступний етап роботи інтегрованої лінії проектування полягає в реалізації підрахунку обсягів робіт і матеріалів, автоматичному та автоматизованому підборі кошторисних нормативів (ДБН і інших), в реалізації засобу управління ресурсами і цінами, визначенні попередніх прямих витрат. Отримана інформація експортується в кошторисні комплекси (АВК, Будівельні Технології – Кошторис, Тендер Контракт, АС-4, Кошторис 2000) і програмні комплекси управління будівництвом. Building Manager на підставі інформації цифрової моделі об'єкта будує календарні плани будівництва<sup>2</sup>.

Цифрову модель об'єкта (ЦМО) можна інтерпретувати як "Віртуальну будівлю" – модель, що відповідає реальній будівлі, але існує тільки в пам'яті комп'ютера. Використовується цифрова модель як інформаційний банк даних, що одержані з архітектурних, конструкторських, електротехнічних та сантехнічних проектувальних програм. З цієї віртуальної моделі можна отримати різноманітну інформацію про кожний елемент проектування, а також сформувати креслення (поверхові плани, розрізи і фасади, вузли і деталі тощо).

З використанням технології КАЛІПСО з'являється можливість автоматизації процесу проектування, починаючи від отримання і осмислення завдання на проектування і закінчуючи формуванням проектно-кошторисної документації, швидко та в зручній формі обробляється вся проектна документація різних розділів проектування без використання спеціалізованого програмного забезпечення, а також підготовка вхідних даних для автоматизованих систем керування, які забезпечують формування документів календарного планування, моніторинг виконання проекту, оперативний, періодичний і бухгалтерський облік.

Використання даних ЦМО програмами керування дозволяє вирішити завдання візуалізації процесу будівництва, тобто отримання тривимірних моделей відображення стану об'єкта на довільну дату його будівництва з урахуванням фактичного виконання робіт, завдяки співставленню конструктивних елементів об'єкта відповідним роботам календарного плану. Таким чином, використання технології ЦМО дає можливість впровадити нову концепцію інтеграції програмних засобів, що дозволяє на базі програмних комплексів різного профілю вперше створити повнофункціо-

2 Барабаш М.С., Коба С.Д. Нова концепція автоматизації проектування об'єктів будівництва на основі цифрової моделі // Будівництво України. – 2004. – № 5. – С. 31-34.

нальну автоматизовану систему, що вирішує практично всі інженерні завдання в галузі будівництва.

Для використання даних ЦМО програмами для кошторисних розрахунків і програмними комплексами керування будівництвом необхідна деяка модифікація з урахуванням організаційно-технологічних рішень, які не характерні для завдань проектування, а саме: організація будівельного майданчика, використання тих чи інших технологій виконання будівельних процесів. Ці модифікації виконуються з допомогою спеціального програмного забезпечення, що реалізує технологію формування переліку робіт у прив'язці до виробничих нормативів щодо завдань календарного планування (технологія ЦМО-УВР) і в прив'язці до норм ДБН для кошторисних розрахунків (технологія ЦМО-позиція ДБН).

У ЦМО об'єкт подається як набір елементів (ригель, колона, опалювальний прилад, кондиціонер, елемент освітлення тощо), кожний з яких має геометричні і змістовні характеристики. До геометричних відносяться параметри, що визначають положення елемента в просторі. Це можуть бути глобальні або місцеві координати, узагальнені параметри, такі як номер поверху, номер приміщення, стеля, стіна або підлога. До змістовних характеристик відносяться параметри, що характеризують властивості цього елемента. Наприклад, якщо розглядається конструктивний елемент "Колона", то до змістовних характеристик відносяться її розміри, клас бетону, характеристики армування, параметри візуального зображення.

"Віртуальний об'єкт" формується у вигляді тривимірної моделі, в якій кожна конструкція або елемент будівлі розглядаються як об'ємні. По кожному елементу моделі можна отримати інформацію, яка цікавить конкретного користувача. При необхідності об'ємна модель може бути перетворена в геометричний або графічний образ, що відображається на кресленнях. Завдяки параметризованості даних моделі користувачі можуть знайти інформацію про матеріали, міцнісні і фізичні властивості, колір, об'ємну вагу, вартість, виробника тощо. Дані про кожний елемент моделі задовольняють вимогам однорідності, достатності, несуперечності і компактності<sup>3, 4</sup>.

Інформаційною структурою ЦМО являється реляційна база даних (БД). На початковому етапі розробки в якості платформи фізичної реалізації вибрана система керування базами даних (СКБД) Microsoft Access. У подальшому планується розвинення структури бази даних та використання більш потужніших СКБД, зокрема FireBird.

БД складається з набору таблиць, кожна з яких описує тип елемента ЦМО (елемент, прилад, полігон тощо). Логічно всі таблиці БД поділені на групи, в залежності від елементів, які вони описують: глобальні, архітектурні, електротехнічні, сантехнічні, конструкторські, кошторисні.

З моделі для всієї будівлі в цілому можна визначити об'єм, площу, енергоспоживання, тепловий і повітряний баланс, освітленість, інсоляцію, навантаження і багато іншого. При цьому зовсім не обов'язково на перших етапах проектування визначати всі необхідні параметри об'єкта – віртуальна модель будівлі дозволяє це робити на будь-якому етапі проектування. Тоді ітеративний процес проектування з інформаційної точки зору на кожному кроці є "наповненням" моделі об'єкта інформацією і одночасно джерелом відомостей з бази даних об'єкта. "Віртуальний об'єкт" інформаційно пов'язаний з великою кількістю довідково-інформаційного матеріалу, який можна лише один раз занести в систему, а потім використати у будь-який момент часу на кожному робочому місці. Прикладом довідкових даних можуть бути різноманітні відомості про матеріали, виробники, планувальні рішення, типові будинки, фрагменти будівель і вузлів, дані про прилади, автоматику, електрику, сантехніку і таке інше. Як правило, ці дані систематизовані та стандартизовані і наводяться в довідковій літературі, каталогах виробів і матеріалів, типових проектах і рішеннях.

Зрозуміло, що застосування єдиної структурованої моделі об'єкта проектування є ефективним, оскільки забезпечує користувачів різних профілів всією необхідною інформацією, а інформаційно-графічна система підтримки ЦМО забезпечує поповнення (або оновлення) бази знань (даних) в інтерактивному режимі. ◆

3 **Бородавка Є.В.** Цифрова модель об'єкта як засіб інтеграції архітектурно-будівельних програмних комплексів // Східно-європейський журнал передових технологій. – 2006. – №2/2(20). – С. 4-7.

4 **Барабаш М.С.** Вопросы интеграции программных комплексов на основе информационно-логической модели строительного объекта. Строительство, материаловедение, машиностроение // Сб. научн. трудов. Вып.37, – Дн-вск, ПГАСА, 2006., с. 29-35.