

Зареєстровано Державним комітетом інформаційної політики, телебачення та радіомовлення України.
Свідоцтво про державну реєстрацію друкованого засобу масової інформації.
Серія КВ № 5091 від 28.04.2001

Адреса редакційної колегії:

03058, Київ-58,
просп. Космонавта Комарова, 1
Тел. 497-33-65

Відповідальний за випуск
Н.Б. Науменко
Коректори:
О.О. Крусь, Л.М. Романова
Комп'ютерна верстка:
Л.Т. Колодіна, Н.В. Чорна

Рекомендовано до друку вченою радою Національного авіаційного університету, протокол № 10 від 22.12.04

Підп. до друку 23.12.04.
Формат 60x84/8. Папір офс.
Офс. друк. Ум. друк. арк. 23,25.
Обл.-вид. арк. 25,0.
Тираж 100 пр.
Замовлення № 300-1.
Ціна договірна. Вид. № 26 Л.

Видавництво НАУ.
03058, Київ-58,
просп. Космонавта Комарова, 1

Свідоцтво про внесення до Державного реєстру ДК № 977 від 05.07. 2002

© Національний авіаційний університет, 2004

Аеропорти та їх інфраструктура

<i>Медведева Т.В., Іванов С.В., Бойченко С.В.</i>	84
Сполуки сірки в складі вуглеводневих палив <i>Заторожець О.І., Синіло К.В.</i>	88
Модель струменя відпрацьованих газів авіаційного двигуна <i>Верхожський Ю.В.</i>	92
Методи аналізу небезпек будівельних конструкцій будинків і споруд на основі теорії ризиків <i>Зеленков І.А., Мисюк Ю.П.</i>	99
Підвищення ефективності системи освітлення приміщень інженерно-авіаційного центру аеропорту <i>Сирота Н.О.</i>	103
Методика розрахунку системи «підвалини – споруда» <i>Шевченко О.М.</i>	108
Моделювання багатошарових аеродромних покриттів на основі чисельно-аналітичного методу потенціалу <i>Бакулін Є.А.</i>	112
Вплив коефіцієнта надійності за призначенням на оцінку безпечності будівель підвищеного рівня відповідальності <i>Горбатов В.С., Першаков В.М., Таран Г.В., Шевчук М.В., Корнієнко А.С.</i>	116
Динамічна поведінка попередньо напружених стрижневих елементів великопрогонових покриттів ангарів <i>Матченко Т.І., Рожновська О.С.</i>	122
Аналіз технологій створення конструкційних матеріалів з високою міцністю на розтяг <i>Слободян Я.О., Гузь А.В., Кудря Ю.С.</i>	128
Нові інформаційні технології автоматизації проектування і дослідження нелінійного деформування пластинчастих конструкцій <i>Слободян Я.О., Білеуш А.І., Євтодій О.О., Шаравара Н.П.</i>	131
Застосування інформаційних технологій автоматизації проектування для дослідження конструкцій на нелінійно деформованій основі <i>Барабаш М.С.</i>	134
Аналіз автоматизованих систем проектування просторових конструкцій <i>Цихановський В.К., Соколовська В.А.</i>	138
Метод скінченних елементів у задачах дослідження неоднорідного анізотропного ґрунтового півпростору <i>Соколовська В.А.</i>	146
Моделювання фільтрації ґрунтових вод на забудованих територіях з урахуванням впливу глибоких котлованів <i>Бойченко С.В., Іванов С.В., Федорович Л.А., Черняк Л.М.</i>	151
Взаємозв'язок втрат від випаровування та кондиційності бензину <i>Матвєєва О.Л., Столінець С.Л.</i>	155
Особливості хімічних змін у паливах при зберіганні <i>Бойченко С.В., Кучма Н.М.</i>	161
Забезпечення біологічної стабільності вуглеводневих палив <i>Дровнін С.С., Демидко В.Г., Пашинський А.Й.</i>	165
Забезпечення якості мінеральних мастил на етапах їх життєвого циклу	
Фізико-математичні науки	
<i>Ренета В.К., Ренета Л.А.</i>	
Наближення функцій класів $L_{\beta,1}^{\wedge\psi}$ операторами Стеклова	171
Автори номера	176
Показчик статей, опублікованих у 2004 р.	195

УДК 721.011:56

М.С. Барабаш, канд. техн. наук

АНАЛІЗ АВТОМАТИЗОВАНИХ СИСТЕМ ПРОЕКТУВАННЯ ПРОСТОРОВИХ КОНСТРУКЦІЙ

Інститут екології та дизайну НАУ, e-mail: bmari@lira.kiev.ua

Розглянуто питання аналізу існуючих систем автоматизованого проектування та розробки нових інформаційних технологій проектування на основі інтеграції програмних комплексів з використанням єдиної інформаційно-логічної моделі об'єкта.

Вступ

Історія розвитку систем автоматизованого проектування об'єктів будівництва бере свій початок з програм розрахунку просторових конструкцій. Це пояснюється тим, що фахівці, що займалися розрахунком просторових конструкцій, відносилися до найбільш "математизованого" середовища проектувальників і при появі в кінці 50-х років ХХ ст. перших ЕОМ знайшли можливість використати їх у своїй діяльності.

Однією з перших програм, орієнтованих на вирішення систем лінійних рівнянь, що описують напружено-деформований стан багатократно статично невизначених систем, була перша версія широковідомого у наш час програмного комплексу лінійного розрахунку ЛПРА.

Інтеграція програмних комплексів

Одним із варіантів інтеграції програмних комплексів був ряд розробок, заснованих на об'єднанні окремих самостійних підсистем в єдину систему керування базою даних.

Приклад такої розробки – технологічна лінія проектування (ТЛП) ЛПРИКА (ЛПРА і КАРКАС), розроблена фахівцями Науково-дослідного інституту автоматизації систем будівництва для автоматизованого проектування каркасних будівель за різними серіями із збірного залізобетону [1].

Адаптація до нових серій відбувалася за рахунок підключення нових проектуючих модулів і занесення до бази даних елементів нової серії.

Бібліотека проектуючих модулів могла розширяться за рахунок включення процедур проектування нестандартних елементів за прототипами. Це дало можливість використовувати ТЛП ЛПРИКА для автоматизованого проектування каркасних будівель, що мають складну розрахункову схему і різні серії та складаються з нестандартних елементів.

Модель об'єкта проектування являла собою сукупність таких взаємозв'язаних описових компонентів:

- система функціональних елементів об'єкта проектування;
- безліч систем координат;

- безліч геометричних елементів;
- безліч основних комплектів документів, що складають об'єкт проектування;
- безліч матеріалів і робіт, необхідних для матеріального втілення об'єкта проектування;
- безліч характеристик (параметрів), що описують особливості функціональних елементів об'єкта проектування, систем координат, геометричних елементів, робіт, матеріалів та ін.

Під функціональним елементом об'єкта проектування розуміється реально існуючий або умовно виділений елемент, або частина будівлі чи споруди (блок-секція, ригель, стійка, об'ємно-планувальний осередок, стінна панель, розрахунковий вузол тощо).

Система функціональних елементів утворила ієрархічну мережу, де кожній вершині відповідає функціональний елемент, а зв'язки відображають відносини різних типів, наприклад: "бути складовою частиною"; "бути взаємно розташованими в просторі" та ін.

Кожному функціональному елементу в рамках моделі об'єкта відповідало унікальне ім'я – ім'я класу функціональних елементів і ім'я функціонального елементу в даному класі (марка).

Для кожного функціонального елементу, що входить в об'єкт проектування, існувала своя локальна система координат, свій перелік робіт, необхідний для матеріального втілення даного функціонального елементу, а також безліч характеристик, що описують особливості елементу в ієрархії функціональних елементів.

Взаємне розташування функціональних елементів в ієрархії функціональних елементів визначалося: локальним репером старшого (i -го) елементу, причому ім'я репера утворюється з імен трійки відповідних координатних поверхонь: афінним перетворенням (перенесення, поворот) системи координат молодшого (j -го) функціонального елементу.

Для визначення просторової форми кожного елементу використовувався його опис як об'ємного елементу. Визначався спеціальний набір операцій над точковим, лінійним і плоским

елементами; кожному геометричному елементу ставилося у відповідність його ім'я і набір специфічних характеристик.

Кожному функціональному елементу в ієрархії функціональних елементів відповідав безпосередньо матеріал (якщо функціональний елемент являє собою деталь) або через елементи молодших рівнів сукупність матеріалів, необхідних для виготовлення функціональних елементів даного рівня, наприклад, сукупність матеріалів, необхідна для виготовлення складальної одиниці.

Кожен матеріал характеризувався найменуванням, виглядом, класом, маркою, стандартом на виготовлення, маркуванням і стандартом на якість матеріалу, що маркується та ін.

Кожному документованому функціональному елементу відповідав основний документ і комплект основних документів, що представляють цей елемент в загальній системі документації на об'єкт проектування.

Кожен документ міг мати або текстовий, або табличний вираз, або комбінацію табличного і графічного виразів і характеризувався позначенням документа відповідно до стандарту формату документа, що позначається, і його найменуванням.

Для матеріального втілення об'єкта проектування, визначуваного в структурі ієрархічної мережі як система функціональних елементів необхідний деякий технологічний процес, що складається з сукупності необхідних робіт, виконуваних у певній послідовності.

Завдання простору даних, що описують наочну область, здійснюване на рівні концептуальної моделі, визначалося в термінах специфікацій концептуальної схеми. Специфікації концептуальної схеми виражалися нормалізованими відносинами третьої форми, прийнятими в реляційній моделі даних.

Семантика модельованої предметної області виражалася частково: у модуляризації даних, в специфікаціях концептуальної схеми, в сукупності програмних комплексів, що оброблюють інформацію в інтегрованій базі.

Засоби маніпулювання даними на рівні концептуальної моделі відображали можливості роботи як з відносинами, так і з модулями інтегрованої бази.

Розрізнялися моделі об'єкта і комплексу проектних документів. Друга модель містила додаткові відомості про форму подання опису об'єкта в комплекті проектних документів.

З концептуальної точки зору модель комплексу документів була безліччю даних про структуру документів, їх частини (проекції, перетини,

види та ін.) і про параметричні характеристики документів. Форма подання частин документів збігається в просторі двох вимірювань з формою представлення моделі об'єкта.

Аналіз процесу проектування

Проектування просторових конструкцій будівельних об'єктів є складним технологічним процесом, що вимагає великого обсягу знань, пов'язаних із питаннями традицій проектування, аналізів проектних рішень, діючих стандартів, методів розрахунку тощо.

Розділи будівельного проектування взаємопов'язані, взаємозалежні і мають подібну внутрішню структуру. Одним із основних і найвідповідальніших розділів процесу проектування об'єктів будівництва є вибір раціональної конструктивної схеми, розрахунок і проектування її елементів.

Методи і моделі, використовувані при розробці основних компонентів (база знань, інформаційно-логічна модель об'єкта) системи вибору раціональних проектних рішень конструкцій об'єктів будівництва, можуть бути використані для розробки систем вибору раціональних проектних рішень для інших розділів будівельного проектування. У цьому і полягає суть концепції інтеграції.

Висока автоматизація проектних робіт і складність проєктованих об'єктів призводить до ситуації, коли фахівцю важко буває оцінити правомірність результатів, одержаних на основі розв'язаного програмного забезпечення систем автоматизованого проектування, і в цій ситуації надзвичайно плідним є застосування експертної системи.

На основі аналізу проектів житлових, промислових і цивільних будівель в процесі проектування просторових конструкцій узагальнено і виділено 11 етапів.

Процес проектування починається з етапу отримання і осмислення завдання на проектування, що містить загальні відомості про проєктований об'єкт (П1). Наприклад, це плани поверхів з вказівкою на них типів приміщень, розміщення ліфтових шахт і отворів для комунікацій, тип і розміщення захищаючих конструкцій, крок колон, вантажопідйомність кранів, розміщення технологічного устаткування тощо.

Згідно з завданням конструктор здійснює варіантне формування топології конструктивної схеми і набору даних для проектних рішень (етап П2). При цьому він керується технологічними і експлуатаційними вимогами, вимогами замовника, державних стандартів, ґрунтових умов, умов забудови та зведення, можливостей виробника тощо, і йому необхідні знання, щоб вибрати до-

цільні параметри проектних рішень, які він здобуває на основі свого досвіду, вивчення проектів-аналогів або рекомендацій спеціальної довідкової літератури [2]. Відповідно до цих знань конструктор заздалегідь визначає раціональні прольоти ригелів і плит, проводить розстановку колон, заздалегідь визначає розстановку діафрагм, виходячи з необхідної жорсткості всієї будівлі на горизонтальні навантаження. Зважаючи на ґрунтові умови, він призначає тип фундаментів; виходячи з можливостей виробника, він вибирає ті або інші типи перетину колон чи призначає товщину вертикальних несучих стін та ін.

На основі знання всього процесу проектування проектувальник формує набір даних, необхідний для подальшого процесу проектування:

- розстановка і призначення перетинів колон, ригелів, діафрагм;

- призначення отворів в діафрагмах і плитах; визначення навантажень, діючих на конструктивну схему;

- призначення матеріалів конструкцій.

У подальшому після етапу (П8) – аналіз результатів розрахунку і синтез проектних рішень, цей набір даних може бути відкорегований. Стан (П3) – перелік робіт зі складання розрахункових схем, призначення типів перетинів стрижневих елементів і товщини плит, діафрагм, а також за призначенням конструкцій вузлів. Призначення навантажень багато в чому залежить від інструментарію, на основі якого виконуватиметься, власне, розрахунок. Тому роботи, виконувані на етапі (П3), в даний час орієнтовані на використання спеціалізованих програмних засобів.

Це підвищує вимоги до кваліфікації проектувальника, оскільки можливість побудувати адекватні розрахункові моделі потребує глибоких знань питання ідеалізації об'єкта проектування.

Адекватне відображення конструктивних властивостей об'єкта вимагає знань з декомпозиції задач, при цьому, як правило, для моделювання тих або інших конструктивних властивостей можуть бути використані різні розрахункові схеми. Наприклад, для розрахунку плит перекриттів під вертикальне навантаження на поверхсі достатньо розглядати незалежні розрахункові схеми кожного окремого перекриття, в якому плита розчленується на достатньо густу сітку скінченних елементів і розраховується спільно з балочним ростверком, а колони і діафрагми є жорсткими опорами. При розрахунку ж на горизонтальні навантаження плити перекриттів можуть розглядатися як диски, що моделюють перерозподіл горизонтальних навантажень між діафрагмами і колонами.

Етап (П4) – виконання розрахунку на статичний вплив (силові, температурні, деформаційні), етап (П5) – розрахунок на стійкість і динаміку (сейсмічність, вітер з урахуванням пульсувань, вимушені коливання та ін.).

Етап (П6) – визначення зусиль в елементів розрахункових поєднань зусиль та навантажень до появи ЕОМ вимагали від проектувальника глибоких знань методів будівельної механіки і математичної фізики, знань про напруги і деформації конструкцій, про закони стану і теорії та інших проблемно-орієнтованих знань [3]. Зараз же, коли для цієї мети використовуються спеціалізовані розрахункові комплекси, ці знання потрібні проектувальнику в основному для складання розрахункових схем. А оскільки комп'ютерні моделі дозволяють моделювати властивості конструкцій, розрахунок яких раніше був неможливий (фізична і геометрична нелінійність, облік багатьох форм коливань, загальна стійкість), то наявність експертних систем з розвиненою базою знань багато в чому покращує якість проектних рішень, що приймаються на цих етапах.

Основою експертної системи є база знань, в якій інформація структурована і формалізована з метою підвищення ефективності її обробки засобами експертної системи. При створенні бази даних підсистеми вибору раціональних проектних рішень просторових конструкцій, в першу чергу, створюються математичні і розрахункові моделі різних класів просторових конструкцій.

Етап (П7) пов'язаний з підбором перетинів залізобетонних, сталевих і дерев'яних елементів за зусиллями, отриманими на етапах (П4, П5, П6). Як правило, для цього також використовуються спеціалізовані програмні засоби, в яких реалізовані знання про методи розрахунку елементів, знання про конструкції і матеріали, вимоги державних стандартів.

На етапі (П8) проектувальник повинен:

- проаналізувати отримані результати;

- у ряді випадків відкоригувати перетин елементів, якщо на етапі (П2) вони були прийняті наближеними;

- провести уніфікацію перетинів і елементів, якщо необхідно відкоригувати початкові передумови;

- змінити конструктивні схеми, прийняті на етапі (П2), перетини, схеми балочних ростверків перекриттів;

- відкоригувати кількість колон, діафрагм або змінити їх розстановку, якщо жорсткість будівлі на горизонтальні навантаження виявилася недостатньою.

Цей процес є суто творчим, по суті визначає професійну якість проекту і вимагає від проектувальника знань про стратегії рішення проектних задач, специфічних знань про предметну область, на основі яких він виконує аналіз проектних рішень в умовах обмежень, що містяться в наборі вимог [4].

На етапі (П9) вибирається остаточний варіант проектного рішення. Для цього потрібні знання про оцінку проміжних проектних результатів і про критерії оцінок їх достовірності.

Етап (П10) призначений для підрахунку обсягів робіт, оформлення позицій для кошторисів, розробки проекту проведення робіт і проекту організації будівництва.

На етапі (П11) відбувається видача проектною документації на основі проектних рішень, прийнятих і сформульованих на етапі (П10). Для цього проектувальнику необхідні знання про проектні рішення, а також вимоги до оформлення проектною документації.

Висновки

Результати проведеного аналізу процесу проектування дають можливість оцінити ступінь

формалізації знань, необхідних для кожного етапу проектування. Для подання в інформаційно-логічній і цифровій моделях знання структуруються і упорядковуються у вигляді фактуальних, концептуальних, процедурних.

Список літератури

1. *Методические* рекомендації НИИАСС для вычислительного комплекса «ЛИРА» / Под ред. А.С. Городецкого. – К.: НИИ автоматизированных систем в стр-ве, 1984. – 48 с.
2. *Дмитриев Л.Г., Лихогруд Н.Г., Штобовенко В.В.* Системы автоматизированного проектирования объектов гражданского строительства. – К.: Будівельник, 1988. – 190 с.
3. *Баженов В.А., Цихановський В.К., Кислюк В.М.* Метод скінченних елементів у задачах нелінійного деформування тонких та м'яких оболонок. – К.: КНУБА, 2000. – 386 с.
4. *Барабаш М.С.* Методи та засоби експертної системи вибору раціональних проектних рішень просторових конструкцій: Автореф. на здобуття наук. ступеня канд. техн. наук. – К.: Наук. світ, 2003. – 17 с.

Стаття надійшла до редакції 01.10.04.

М.С. Барабаш

Анализ автоматизированных систем проектирования пространственных конструкций

Рассмотрены вопросы анализа существующих систем автоматизированного проектирования и разработки новых информационных технологий проектирования на основе интеграции программных комплексов с использованием единой информационно-логической модели объекта.

M.S. Barabash

Analysis of the automated systems of planning of spatial constructions

The article is devoted to the questions of analysis of existing SAPR and questions of development of new information technologies of planning on the basis of integration of programmatic complexes with the use of united informatively-logical model of object.