

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ

КИЇВСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
БУДІВНИЦТВА І АРХІТЕКТУРИ

ОПІР МАТЕРІАЛІВ І ТЕОРІЯ СПОРУД

Науково-технічний збірник

Випуск 73

ЗАСНОВАНИЙ У 1965 р.

КИЇВ 2003

Опір матеріалів і теорія споруд: Наук.-техн. збірник / Відп. ред. В.А.Баженов.
-К.: КНУБА, 2003. – 118 с. – Укр. мовою.

У збірнику наведено статті з результатами досліджень у галузі опору матеріалів, будівельної механіки, теорії пружності і пластичності. Особливу увагу приділено розробці й розвитку методів розрахунку міцності, стійкості, динаміки просторових конструкцій з урахуванням геометричної нелінійності, пластичних властивостей руйнування матеріалів; питанням чисельної реалізації рішень на ЕОМ; дослідженню напружено-деформованого стану тіл складної структури при сталих і змінних у часі навантаженнях. Включаючи випадкові впливи. Для наукових працівників, аспірантів та інженерів, зайнятих у різних галузях науки і техніки.

Редакційна колегія: В.А.Баженов (відповідальний редактор), Ю.В.Верюжський, В.В.Гайдайчук, С.О.Гоцуляк, О.І.Гуляр, Є.С.Дехтярюк, Г.В.Ісаханов, П.П.Лізунов, О.С.Сахаров (заступник відп. редактора), М.О. Шульга.

Адреса редакційної колегії:

м. Київ, Повітрофлотський пр., 31. 03037.

Телефон: (044) 2415470

ЗМІСТ

Баженов В.А., Гуляр О.І., Рутковський В.А.

Ітераційний алгоритм на послідовності квазірегулярних топологічно нееквівалентних сітках методу скінчених елементів

Баженов В.А., Чан Дык Тинь

Применение метода компенсирующих нагрузок к решению задачи термоупругого равновесия замкнутых оболочек вращения

Соловей М.О.

Моделювання термопружних властивостей багатощарових матеріалів у задачах стійкості неоднорідних оболонок

Дехтярюк Є.С., Погорелова О.С., Постнікова Т.Г., Гончаренко С.М.

Аналіз усталених віброударних процесів в пружних системах при внутрішньому ударному контакті

Барабаш М.С., Кобієв В.Г.

Інструментальні засоби автоматизованого розрахунку просторових конструкцій на дію статичних та динамічних навантажень

Безверхий О.І., Корнісіко В.Ф.

Колівання розгалужених систем заякорення з односторонньою роботою під дією зовнішнього середовища

Гревцев О.К., Харченко С.З.

Про один метод розв'язання температурної задачі теорії термопружності для нерівномірно нагрітих тіл обертання

Гуляр О.І., Пискунов С.О., Сахаров О.С., Шкриль О.О.

Визначення коефіцієнтів інтенсивності напружень в призматичних тілах з тріщинами

Іванченко Г.М.

Фокусування плоскої розривної хвилі вільною поверхнею трансверсально-ізотропного середовища

Баженов В.А., Слободян Я.О.

Чисельні дослідження напружено-деформованого стану просторових

УДК 721.011:65.011.56

Барабаш М.С.,
Кобієв В.Г., канд. техн. наук

ІНСТРУМЕНТАЛЬНІ ЗАСОБИ АВТОМАТИЗОВАНОГО РОЗРАХУНКУ ПРОСТОРОВИХ КОНСТРУКЦІЙ НА ДІЮ СТАТИЧНИХ ТА ДИНАМІЧНИХ НАВАНТАЖЕНЬ

Розрахунок просторових конструкцій будівель та споруд являє собою складний технологічний процес, що вимагає великого обсягу знань, пов'язаних зі знанням традицій досліджень у даній області, методами розрахунку, дії навантажень, використанням матеріалів і таке інше.

В деяких випадках при розрахунку будівельних конструкцій виникають задачі, розв'язання яких не може бути повністю формалізовано [1].

Практично кожен складний будівельний об'єкт у процесі розрахунку розглядається з різних точок зору, при цьому йому ставиться у відповідність, як правило, не одна, а багато розрахункових схем, кожна з яких призначена для моделювання тієї чи іншої властивості конструкції. Наприклад, при розрахунку на вертикальне навантаження перекриттів багатопверхового будинку не обов'язково розглядати весь будинок. Досить розрахувати на вертикальні навантаження окрему плиту перекриття, що спирається на балковий ростверк, колони і діафрагми. При цьому плита може моделюватися скінченними елементами з густою сіткою.

З другого боку при розрахунку всього будинку на горизонтальні навантаження робота плити моделюється по-іншому – як плоский диск, що перерозподіляє горизонтальні навантаження між діафрагмами і колонами. Звичайно, можна використати більш складну розрахункову схему, що відповідає просторовому фрагменту, як єдиному цілому. Але така суперфрагментація може мати зворотний ефект і призвести до деяких ускладнень, тому що:

- по-перше, може відбутися невинуватена перевитрата машинних ресурсів, час розв'язання задачі може виявитися неприйнятним для користувача, можливі збої при виконанні обчислювального процесу;
- по-друге, може значно зрости кількість невідомих, що може позначатися на числі обумовленості матриці розв'язуючих рівнянь і погіршити точність отриманого результату;

- по-третє, велика кількість різноманітних параметрів результатів розрахунку, може ускладнити їхній аналіз і призвести до невірних висновків.

Тому перспективним виявляється застосування варіантного формування топології розрахункової схеми конструкції і набору даних для розрахунку, побудова цих схем, призначення, наприклад, типів перетинів стрижневих елементів конструкції, а також товщин плит, діафрагм; призначення вузлів конструкцій, навантажень і таке ін.; виконання власне статичного і динамічного розрахунку конструкції.

На рис. 1 представлена функціональна схема системи автоматизованого розрахунку конструкцій, що складається з наступних компонентів:

- інтерфейс, що включає також графічний процесор;
- інформаційно-логічну модель проектування;
- блок вирішення задач (виконавчий процесор);
- базу знань, що включає базу розрахункових та конструктивних схем, базу концептуальних знань і базу процедурних знань;
- підсистему логічного висновку;
- блок візуалізації.

За допомогою інтерфейсу користувач або фахівець-проектувальник формує інформаційно-логічну модель об'єкта (ІЛМО), яка створюється для часткової формалізації знань і складається із цифрової моделі об'єкта і комплексу процедур для її формування і наповнення. Топологічна модель заданого проектувальником об'єкта трансформується у модель, придатну для розрахунку за допомогою методів будівельної механіки і математики.

Проектувальнику потрібно знайти проектні рішення для конструкцій заданого виду з відомими умовами їхнього використання, що визначають види впливів і їхні характеристики (очікувані навантаження, вимоги до габаритів і ін.), при чому такі, що задовольняють обмеженням, які накладаються на вхід, і критерію оптимальності. Критерієм оптимальності, наприклад, може бути мінімальна витрата матеріалу на конструкцію.

Після формулювання завдання на проектування вибирається модуль, який дозволяє визначити вихідні характеристики по заданій вхідній інформації. Проектувальник повинен вирішити, чи варто шукати модулі, що здійснюють підбір готових проектів конструкцій, які можуть розрізнятися формою перетину, розмірами, матеріалом, значеннями навантажень, що витримуються, і т.д.

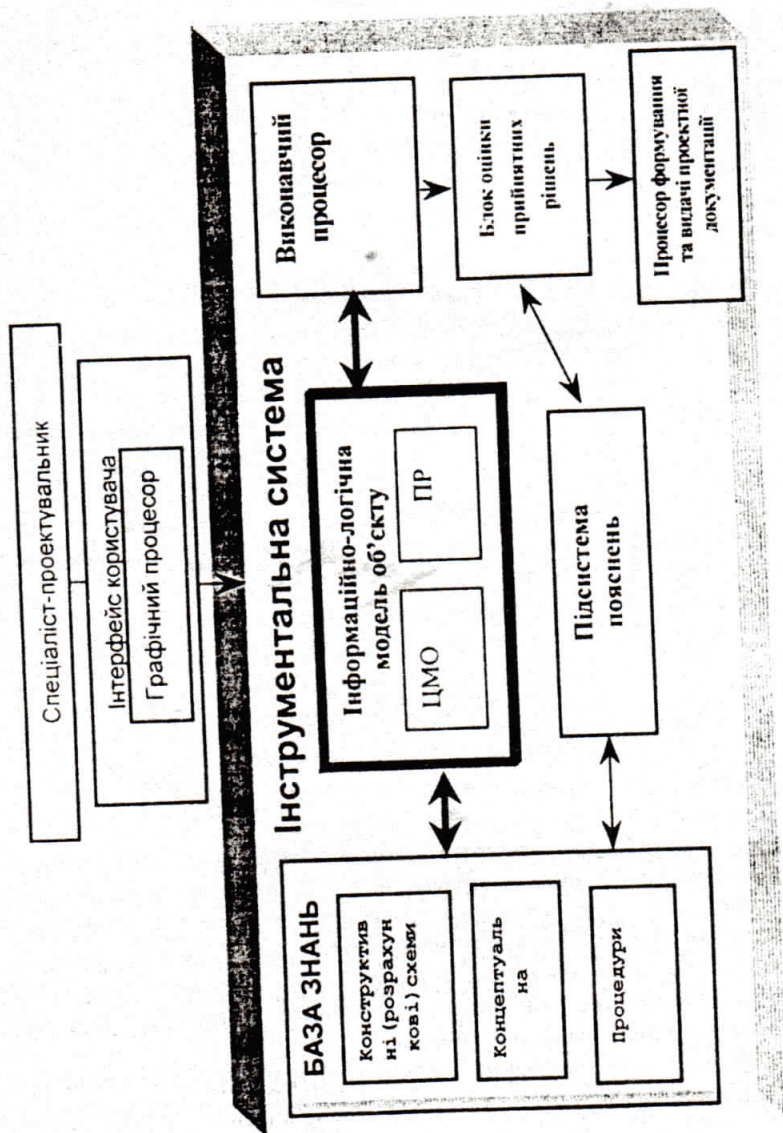


Рис.1. Функціональна схема системи автоматизованого проектування конструкцій.

Якщо потрібно виконати проектування конструкції, а не її підбір на основі наявних у базі знань проектів-аналогів, то вибирається засіб, що дозволяє зв'язати вхід і вихід за допомогою математичних функцій. В цьому випадку визначаються особливості об'єкта проектування, необхідні дані про об'єкт. Далі виділяються основні поняття, терміни і зв'язки, необхідні для знаходження рішень у даній предметній області. Досліджуються стратегії й обмеження, зв'язані з розв'язанням задач. Вибираються основні правила і концепції ухвалення рішення. Після цього всі поняття і підзадачі відображаються у формальну схему представлення у вигляді предикатів з оцінкою фактора впевненості.

Модель бази знань предметної області, що розглядається [2,5], представлена на рис.2.

Фактуальна інформація – це безпосередньо інформація, що задається при формуванні розрахункової схеми моделі. У цій частині бази знань визначаються особливості об'єкта розрахунку, необхідні дані про об'єкт. Концептуальна частина бази знань складається із стратегій і обмежень, пов'язаних з розв'язанням задач. Вибираються основні правила і концепції прийняття рішення. Саме завдяки використанню бази концептуальних знань (правила, терми, факти)[1] інформація, що вводиться користувачем системи, розподіляється на фактуальну і процедурну частини. Як приклад опишемо фрагмент бази фактів.

Предикат А: «Матеріал конструкцій – бетон».

Предикат В1: «Колона - конструкція»

Предикат В2: «Перекриття - конструкція»

Предикат С1: «Матеріал Колони - бетон»

Предикат С2: «Матеріал Перекриття - бетон»

Використовуючи логічні зв'язки, запишемо:

Предикат А: $\forall(x)\exists(y)(\text{конструкція}(x) \supset \text{бетон}(y, x))$

Предикат В1 – В2: $\exists(y)(\text{колона}), \exists(y)(\text{перекриття}),$

Предикат С1 – С2: $\forall(y)\exists(x)(\text{бетон}(y, x)).$

Дані процедурної частини використовуються виконавчим процесором для розв'язання поставленої задачі, після чого видається результат, що оцінюється за заданим критерієм у блоці оцінки рішення. До процедурних знань відносяться знання про варіанти конструктивних схем, і по кожному варіанту формується база знань з докладним описом розрахункової схеми – тип скінченного елемента, тип матеріалу, кількість елементів уздовж кожної координатної осі.

Формування і накопичування знань відбувається фрагментарно, предикати зв'язуються між собою комбінованими логічними зв'язками.

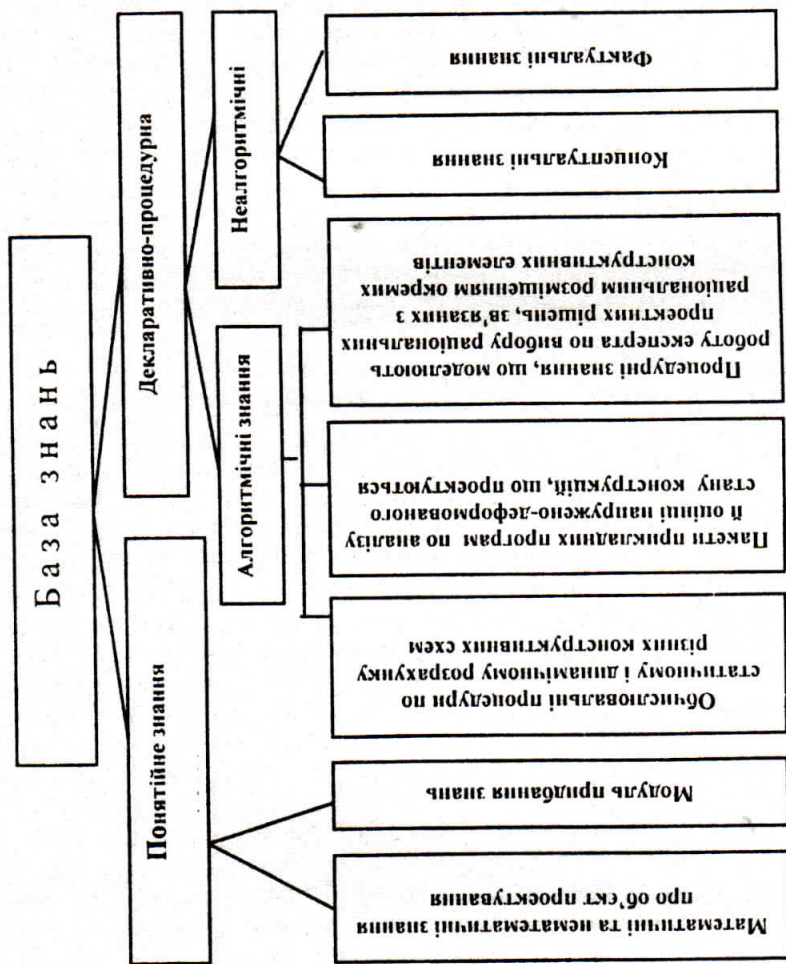


Рис. 2. Структура бази знань

Цілом описати клас задач, що розв'язуються у визначеній предметній області досить важко, оскільки це незліченна множина знань. Тому в базі знань визначаються винятково вірні знання, а усе, що не визначено, вважається свідомо невірним. Якщо при додаванні нових знань виникає протиріччя, то виконується повторна перевірка класів знань.

Дуже важливим є параметризоване визначення елементів. Тут доводиться застосовувати поняття нечітких множин [3,4]. Повну множину, що охоплює проблемну область, наприклад каркас споруди, позначимо U . Колони збірного уніфікованого каркаса являють собою нечітку підмножину F множини U . Підмножина F множини U визначається через функцію належності $\mu_F(u)$, (u – елемент множини U). Ця функція відображає елементи u множини U на множині чисел у відрізку $[0,1]$, які вказують ступінь належності кожного елемента нечіткій множині F . Нечітку множину F можна представити в наступному вигляді:

$$F = \mu_F(u_1)/u_1 + \mu_F(u_2)/u_2 + \dots + \mu_F(u_n)/u_n = \sum_{i=1}^n \mu_F(u_i)/u_i. \quad (1)$$

Після створення схеми каркаса споруди автоматично створюються моделі розрахункових схем, і виконується статичний і динамічний розрахунок усієї схеми каркаса й окремих фрагментів з використанням процедурних знань системи на основі виконавчого процесора. Розрахунок здійснюється на вертикальні вітрові впливи. При розрахунку окремих конструктивних елементів враховуються навантаження на ці елементи. З використанням отриманої інформації про зусилля, формуються моделі конструктивних елементів – пропонуються варіанти армування конструктивних елементів, або пропонуються різні варіанти використання колон складної конфігурації (хрестових, кутових, таврових), а також варіанти розміщення конструктивних елементів на загальній схемі споруди.

Проектувальник переглядає запропоновані системою проектні рішення, корегує їх у разі необхідності. Орієнтуючись на критерії міцності, матеріалоемності, проектувальник змінює перетини елементів, а також вибирає найбільш раціональну конструктивну схему.

Як виконавчий процесор може застосовуватись процесор програмних комплексів «Мономах», «ЛІРА», NASTRAN, що використовують спрощені інженерні моделі й уточнені скінченно-елементні моделі.

Концептуальна частина бази знань включає також знання про вибір системи скінченно-елементного аналізу для розрахунку різних типів об'єктів та розв'язання різного класу задач.

Таким чином можна зробити висновок, що завдяки використанню інструментальних засобів, що включають базу знань забезпечується зменшення рутинної роботи користувача. А блок оцінки рішень допомагає вибрати декілька прийнятних варіантів серед безлічі отриманих.

1. Кузнецов В.Е. Представление в ЭВМ неформальных процедур: продукционные системы / С послесловием Д.А. Поспелова - М.: Наука. Гл. ред. физ.-мат. лит. - 1989. - 160с.
2. Барабаш М.С. Представление знаний в проектировании пространственных конструкций. Сб. Коммунальное хозяйство городов, вып.45, К., «Техніка», 2002, с. 204 - 212.
3. Вагин В.Н. Дедукция и обобщение в системах принятия решений. - М.: Наука. Гл. ред. физ.-мат. лит.1988. - 384с.
4. Герасимов Б.М. Нечеткие множества в задачах проектирования, управления и обработки информации / Б.М. Герасимов, Г.Г. Грабовский и др. - К.: Техніка, 2002. - 140 с.
5. Калиниченко Л.А., Рывкин В.М. Машины баз данных и знаний. М.: Наука. Гл. ред. физ.-мат. лит., 1990. - 296с.