

## СТРУКТУРА СИСТЕМИ ПІДТРИМКИ ПРОЕКТНИХ РІШЕНЬ ПРИ ПРОЕКТУВАННІ СКЛОПАКЕТІВ

Визначені основні чинники і характерні риси процесу ухвалення проектних рішень при проектуванні склопакетів у будівельних конструкціях, які породжують задачу його удосконалення. Як основний шлях її вирішення пропонується система підтримки проектних рішень. Розглянуто перелік основних функцій системи підтримки проектних рішень, обґрунтований на проведенні аналізу структури діяльності проектувальника під час вибору варіанта проектного рішення. Розроблена структура достатньо гнучка і універсальна, що дозволяє використовувати її для вирішення задач проектування. Реалізація запропонованого підходу дозволить підвищити якість проектних рішень і ефективність проектування склопакетів у будівельних конструкціях.

Определены основные факторы и характерные черты процесса принятия проектных решений при проектировании стеклопакетов в строительных конструкциях, которые порождают задачу его усовершенствования. Рассмотрен основной путь ее решения, в качестве которого предлагается система поддержки проектных решений. Предлагается на рассмотрение перечень основных функций системы поддержки проектных решений, основанный на проведении анализа структуры деятельности проектировщика при выборе варианта проектного решения. Разработанная структура достаточно гибкая и универсальная, что позволяет использовать ее для решения задач проектирования. Реализация предложенного подхода позволит повысить качество проектных решений и эффективность проектирования стеклопакетов в строительных конструкциях.

The article determines basic factors and characteristic features in the project decision-making process in designing glass packages, which generate the task of its improvement. The basic way of its solution is considered, in the quality of which a system of project decisions support is offered. The list of basic functions of the project decisions support system, based on the analysis of the designer's activity structure at selecting the option of project decision, is offered for consideration. The developed structure is rather flexible and universal, which allows to use it for solving the designing tasks. Realization of the offered approach will allow to improve the quality of project decisions and efficiency of designing the glass packages in constructional structures.

Аналіз процесу проектування склопакетів показав, що він характеризується: великою кількістю показників якості, що відрізняються між собою з важливістю за формою подання (кількісні/якісні), розмірністю і фізичною природою; великою кількістю можливих варіантів проектних рішень; бурхливим розвитком технологічної бази; загостренням конкуренції на ринку проектних послуг та збільшенням ролі Замовника в прийнятті проектних рішень.

Характерні риси процесу прийняття проектних рішень під час проектування склопакетів у будівельних конструкціях породжують задачу його вдосконалення. Основним шляхом її вирішення є розробка системи підтримки проектних рішень (СППР), яка може бути реалізована як складова частина системи автоматизації проектних робіт. Технічна реалізація СППР можлива на базі індивідуальних обчислювальних пристроїв, а також реалізації принципів адаптації інформаційної моделі до вирішуваних задач, ситуації, що складається, до рівня підготовленості персоналу (проектувальників). Взаємодія проектувальника з системою повинна базуватися на діалозі між ними як партнерами під час

вироблення рішення. У системі повинна бути передбачена автоматична обробка інформації про ситуацію прийняття рішень і підготовка можливих варіантів рішень.

Головним напрямом реалізації вказаних принципів є використання систем штучного інтелекту, в рамках яких сформувався самостійний напрям – інженерія знань. До числа цілей цього напрямку входять дослідження і розробка програм, що використовують знання і процедури висновку для вирішення задач, що є важкими для людей – експертів [1].

Системі підтримки проектних рішень властиві такі особливості застосування:

1. Вона забезпечує проектувальника інформацією, яка потрібна для оперативного вироблення рішень.

2. Система підтримки проектних рішень може бути складовою частиною програмних і апаратних засобів системи автоматизованого проектування в будівництві, що покладає на неї певні вимоги і обмеження.

3. Для системи підтримки характерне спілкування з користувачем в гнучкій, індивідуальній манері.

4. Розробка СППР вимагає великої участі майбутнього користувача і адаптації системи до його потреб.

Перераховані особливості побудови і застосування експертних систем і систем підтримки прийняття рішення достатньо детально розглянуті в технічній літературі [2; 4; 5]. Зіставлення можливостей і структур цих систем дозволяє зробити висновок про те, що в теперішній час для вирішення задачі підвищення ефективності проектування склопакетів перспективним є використання системи підтримки проектних рішень як одного з підкласів систем підтримки прийняття рішень. Сучасний рівень розвитку обчислювальної техніки дозволяє синтезувати СППР, що виконує функції автоматизації процесу підготовки і прийняття рішення в реальному масштабі часу із заданою якістю. Основною функцією такої системи слід вважати формування множини варіантів проектних рішень, що повно відповідають вимогам Замовника і його персональним уявленням про якість проектного рішення.

Проведений аналіз структури діяльності проектувальника під час вирішення задачі вибору ва-

ріанта проектного рішення в процесі проектування склопакетів дозволив визначити перелік основних функцій СППР. До них слід віднести такі:

- формалізація початкової інформації проектування.
- збір і формалізація інформації про вимоги Замовника відносно показників якості проектування.
- формування на основі початкових даних проектування і вимог Замовника «індивідуальних даних замовника».
- формування множини допустимих по нормативних показниках варіантів рішень проектних задач.
- формування на множині допустимих варіантів рішень множини раціональних рішень на основі «Індивідуального профілю Замовника».
- формування і видача Проектувальнику відповідних рекомендацій (коментарів) і необхідної довідкової інформації.

Аналіз функцій СППР під час рішення задачі вибору проектних рішень в процесі проектування склопакетів дозволив розробити структурну схему системи, наведену на рис. 1.

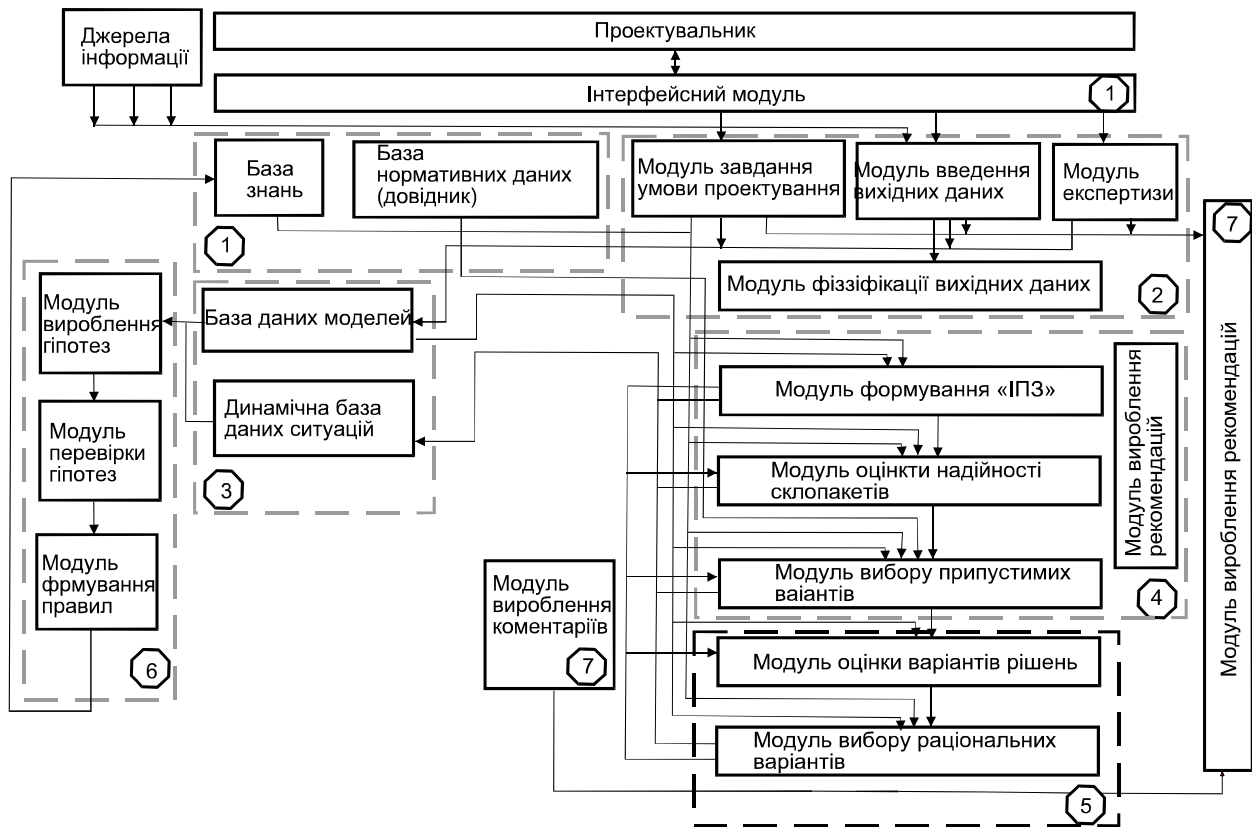


Рис. Структурна схема системи підтримки проектних рішень в процесі проектування склопакетів

Структурна схема системи підтримки проектних рішень включає такі основні підсистеми:

- 1) інформаційну;
- 2) підготовки вхідних даних;
- 3) формування ретроспективи;
- 4) формування множини припустимих рішень;
- 5) формування множини раціональних рішень;
- 6) самонавчання;
- 7) взаємодії з користувачем.

Більш детально розглянемо склад й призначення основних систем СППР. До складу інформаційної підсистеми входять:

- база знань, яка містить формалізовані правила обробки інформації;

- база даних нормативних документів (довідників) містить значення основних коефіцієнтів, а також математичні залежності між ними, визначені в нормативних документах щодо проектування склопакетів.

Підсистема підготовки вихідних даних складається з:

- модуля завдання умов проектування, в якому визначається варіант майбутнього використання скляної конструкції, інші додаткові дані (вимоги щодо захищеності конструкції, естетичні вимоги тощо);

- модуля уведення вихідних даних, в якому проводиться уведення значень площі конструкції  $S$  та куту нахилу конструкції  $\beta$ ;

- модуля експертизи, на який покладається завдання організації обміну інформацією між експертами на етапі навчання СППР;

- модуля фазифікації вихідних даних, що здійснює перетворення поточних значень показників якості проектних рішень у значення функцій належності рішень НМ якісних за відповідним показником проектних рішень.

Підсистема ретроспективи призначена для збору і обробки інформації щодо функціонування СППР. На основі аналізу цієї інформації в системі здійснюється синтез нових знань (реалізується режим самонавчання/донавчання). Підсистема включає до свого складу:

- базу даних моделей, яка містить сформовані на основі експертних знань моделі прийняття рішень;

- динамічну базу даних ситуацій, до якої заносяться дані про поточну ситуацію прийняття рішення.

Підсистема формування припустимих рішень реалізує метод евристичного пошуку припустимих проектних рішень. Основними структурними елементами даної підсистеми є такі:

- модуль формування ІПЗ, який формалізує переваги Замовника у вигляді кортежу:

$$W = \left\{ \left\langle P^*, M(P), \mu(p_j^*), \Omega(P^*), \alpha_p, a, b \right\rangle \right\}$$

де  $P^* = \{P_j^*\}$  – множина бажаних значень показників якості проектних рішень;  $M(P) = \{\mu(P_j)\}$  – сім'я функцій належності  $\mu(p_j): p_j \rightarrow [0, 1]$  варі-

антів проектних рішень до нечітких множин «якісних проектних рішень  $j$ -м показником якості»;  $\mu(p_j^*)$  – бажане для Замовника значення функції належності варіанта рішення до нечіткої множини якісних проектних рішень за  $j$ -м показником якості;  $\alpha_p$  – критерій раціональності вибору варіантів проектних рішень;  $a, b$  – відповідно верхня (нижня) межі потужності множини раціональних варіантів проектних рішень (визначають скільки варіантів рішення пропонується на розгляд замовнику);

- модуль оцінки надійності склопакетів реалізує традиційну методику розрахунку коефіцієнта надійності, зазначену в [3];

- модуль вироблення рекомендацій призначений для автоматичного вироблення рекомендацій для проектувальника щодо погодження із замовником внесення змін в множину вихідних даних (якщо задача проектування не може бути вирішена для даних, що задані);

- модуль вибору припустимих варіантів реалізує логіку евристичного пошуку припустимих проектних рішень.

Підсистема формування множини раціональних рішень здійснює формування на основі методу критеріального вибору, множини раціональних проектних рішень, потужність якої відповідає уявленню замовника. Вона складається з:

- модуля оцінки варіантів рішення, що використовує модифікований критерій Уайльда;

- модуля вибору раціональних рішень, який інакше реалізує функцію адаптації до умов вирішення задач.

Підсистема самонавчання реалізує в СППР відповідну функцію і складається з:

- модуля вироблення гіпотез щодо формування нових правил прийняття рішень;

- модуля перевірки гіпотез, який здійснює перевірку вироблених гіпотез;

- модуля формування правил, в якому здійснюється остаточне оформлення нових правил прийняття рішень, які записуються до бази знань СППР.

На підсистему взаємодії з користувачем покладаються в СППР усі функції організації інформаційної взаємодії з проектувальником:

- інтерфейсний модуль реалізує діалоговий режим роботи під час вирішення задачі;

- модуль формування інформаційної моделі проектувальника призначений для формування програм відображення інформації проектувальника та перебігу процесу проектування;

- модуль вироблення коментарів призначений для вироблення, в разі потреби, пояснень до всіх ключових етапів вирішення задачі.

Розроблена структура СППР є достатньо гнучкою і універсальною, що дозволяє використовувати систему для вирішення задач проектування, що виходять за межі даного дослідження. Реалізація запропонованого підходу дозволяє підвищити якість проектних рішень та ефективність проектування склопакетів у будівельних конструкціях.

#### БІБЛІОГРАФІЧНИЙ СПИСОК

1. Герасимов Б. Н. Системи підтримки прийняття рішень, проектування, застосування, оцінка ефективності / Б. Н. Герасимов, М. М. Дивизинюк, І. Ю. Субач. – Севастополь: Изд. НИЦ ВСУ «Государственный океанариум», 2004. – 318 с.
2. Ротштейн А. П. Интеллектуальные технологии идентификации, нечеткие множества, генетические алгоритмы, нейронные сети. – Винница: УНИВЕРСУМ-ВИННИЦЯ, 1999. – 320 с.
3. Державний стандарт України /скло, склопакети, блоки віконні зі склопакетами/. – К.: ДКБАЖПУ, 2001. – 111 с.
4. Герасимов Б. М., Человеко-машинные системы. Принятие решений с элементами искусственного интеллекта / Б. М. Герасимов, В. А. Тарасов, И. В. Токарев. – К.: Наук. думка, 1993. – 184 с.
5. Элти Дж. Экспертные системы: концепция и примеры / Дж. Элти, М. Кумбс; Пер. с англ. – М: Финансы и статистика, 1987. – 191 с.

Надійшла до редколегії 18.09.2005.