

використанням методу розкладу за малим параметром // Вісн. Нац. ун-ту “Львівська політехніка”. – 2003. – № 481. – С. 58–66. 7. Таблицы физических величин: Справочник. – М.: Атомиздат, 1976. – 1006 с. 8. Бронштейн И.Н., Семендяев К.А. Справочник по математике. Пер. с нем. – М.: Наука, 1981. – 720 с. 9. Пришивалко А.П., Бабенко В.А., Кузьмин В.Н. Рассеяние и поглощение света неоднородными и анизотропными сферическими частицами. – Минск: Наука и техника, 1984. – 264 с. 10. Юзевич В.Н. Моделирование процесса адсорбции в приповерхностном слое металла // Поверхность. Рентгеновские, синхротронные и нейтронные исследования. – 1998. – № 3. – С. 32–37. 11. Сопрунюк П.М., Юзевич В.М., Підгірняк Я.С. Методи оцінки зміни оптичних констант на поверхневих неоднорідностях частинок порошкових матеріалів // Відбір і обробка інформації. – 2005. – Вип. 99. – С. 5–10. 12. Eustathopoulos N., Joud J.-C. Interfacial tension and adsorption of metallic systems // Current Topics in Material Science. – 1980. – Vol. 4. – P. 281–360. 13. Linford R.G. Surface thermodynamics of solids // Solid State Surface Sci. – N.-Y., 1973. – Vol. 2. – P. 1–152. 14. C.W. Price, J.P. Hirth. Surface energy and surface stress tensor in an atomistic model // Surface science. – 1976. – 57, № 2. – P. 509–522. 15. Юзевич В.М., Сопрунюк П.М., Коман Б. П., Луговий П. В. Енергія адгезійних зв'язків у системі мідь – тверде тіло // Укр. фіз. журн. – К., 2005. – Т. 50, № 6. – С. 575–581. 16. Сопрунюк П.М., Юзевич В.М. Діагностика матеріалів і середовищ. Енергетичні характеристики поверхневих шарів. – Львів: ФМІ ім. Г.В. Карпенка НАН України, вид-во “СПОЛОМ”, 2005. – 308 с. 17. Waxler R.M., Weir C.E. Effect of hydrostatic pressure on the refractive indices of some solids // J. Res. Bur. Standards. – 1965. A69, No.4. – P. 325–333. 18. Gartney J.T., Ergun S. Optical properties of coals and graphite // Bull. Bur. Mines. – 1967. No. 641. – P. 1–49. 19. Halow Y.S., Zeek S.Y. Optical characteristics and Ringelman number of plumes with log-normal distributions // AIGHE Symp. Ser. – 1975. – Vol. 71, No. 147. – P. 38–46.

УДК 004.891.2

А. Ковальчук

Національний університет “Львівська політехніка”,
кафедра автоматизованих систем управління

ОЦІНКА СТІЙКОСТІ БУДІВЕЛЬНИХ КОНСТРУКЦІЙ

© Ковальчук А., 2006

Описано методику оцінки придатності існуючих споруд з використанням засобів теорії нечітких множин. Методику можна застосовувати як в зонах сейсмічної активності, такі в звичайних умовах як інструмент під час розроблення методів інженерно-сейсмічних досліджень.

In the article the method of estimation of fitness of existent building with the use of facilities of the fuzzy set theory is described. A method can be applied as in the areas of seismic activity, so in ordinary terms, and can become an instrument at development of methods of engineering-seismic researches.

Вступ

У зонах надзвичайних ситуацій споруди можуть пошкодитися чи зруйнуватися. Однак переважна більшість споруд продовжують функціонувати, отримавши ушкодження різного ступеня, які можна безпосередньо виміряти чи виявити, інші ж не допускають безпосередньої оцінки ушкодження. Такі споруди, що встояли, необхідно класифікувати відповідно до ступеня ушкодження для того, щоб можна було взяти відповідних заходів для відновлення одних чи зносу інших [1, 2].

На рис. 1 показано схему класифікації ушкоджень існуючих будівель. Схема містить кілька проміжних діагностичних станів, ступені яких виводять зі зв'язаних з ними станів чи спостережень.

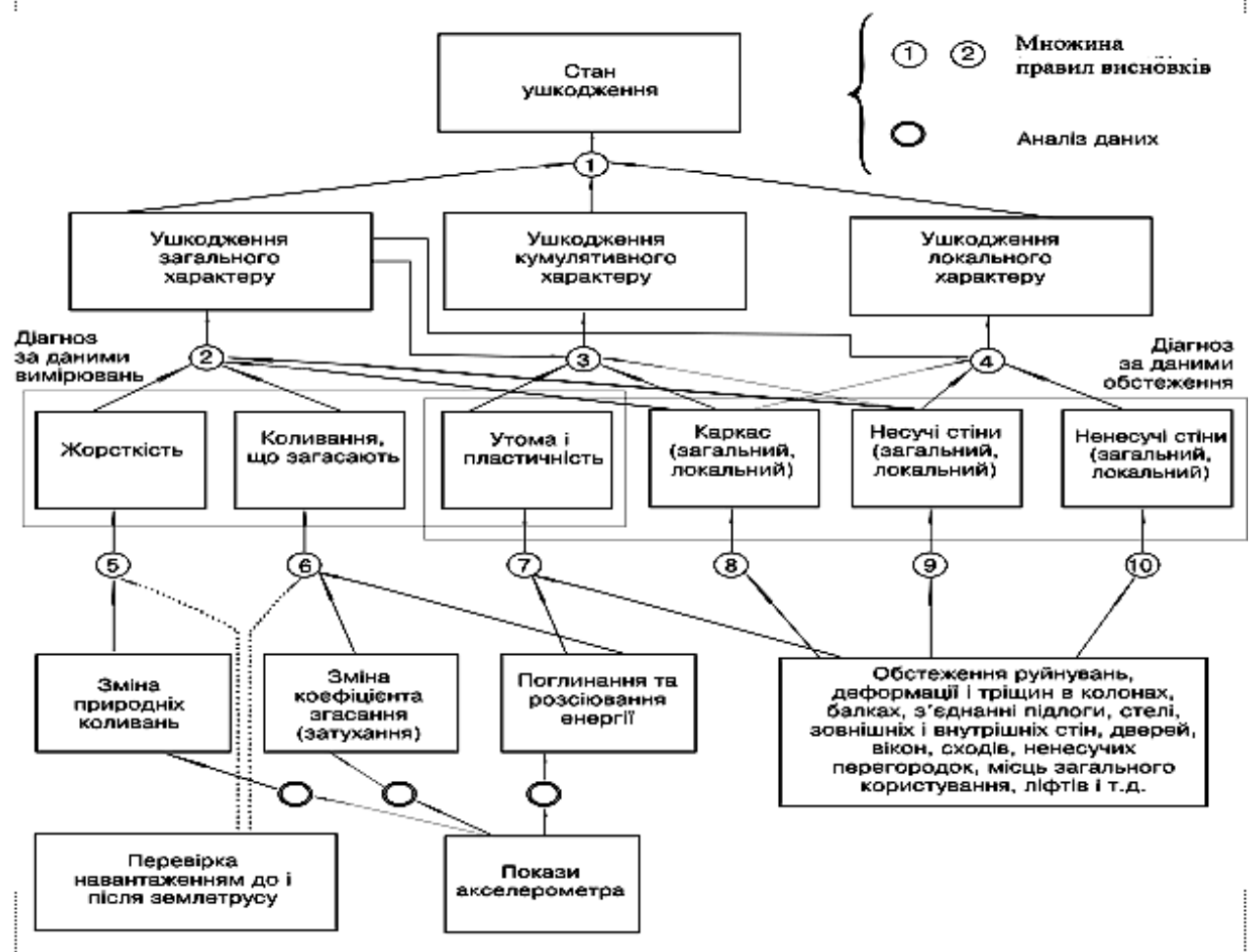


Рис. 1. Схема класифікації ушкоджень

Множина ознак, придатних для класифікації або оцінювання ушкоджень на основі візуального огляду, може містити деформації й тріщини у колонах, балках тощо. Ознаки, одержувані з записів акселерометра за допомогою методів ідентифікації систем, можуть містити зміну характеристик власних коливань у разі вібрації будинку, зміну коефіцієнта загасання коливань і загальне поглинання і розсіювання енергії під час землетрусу. (При оцінці можуть бути корисними дані про внутрішні зсуви поверхів і про час протікання описаних змін). Окрім того, визначаючи стан ушкоджень за перерахованими ознаками, варто розглянути й інші характеристики будинку, такі, як будівельний матеріал, висота або кількість поверхів, площа підлог тощо.

Перший крок у розробці системи полягає у визначенні ступеня ушкодження споруд, що постраждали від надзвичайної ситуації, оцінюваного за десятибальною шкалою 0–10, де 0 відповідає відсутності ушкодження, а 10 – повному руйнуванню. Додатково визначається вербальна інтерпретація шкали, як це показано на рис. 2.

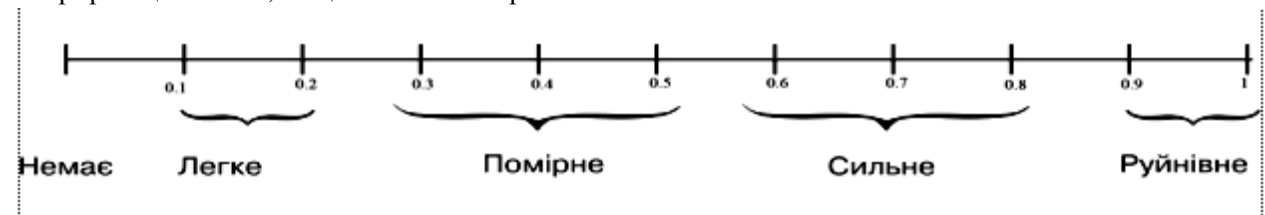


Рис. 2. Шкала вербальної класифікації ушкоджень

Постановка задачі

Класифікація, подана на рис. 2, може бути й дещо іншою. Однак передбачено, що кожному класу відповідає певна рекомендація про ремонтні роботи.

Якщо стан будівлі віднесено до класу руйнівного ушкодження, то буде рекомендовано знести споруду і побудувати нову. У випадку важкого чи помірного ушкодження споруда потребує капітального чи звичайного ремонту. У разі легкого ушкодження рекомендують легкий ремонт чи взагалі відмовляються від ремонту. Тобто, кожному ушкодженню відповідає свій обсяг ремонтних робіт.

Отже, задачу можна сформулювати так: підтвердити або заперечити гіпотезу про стан будівлі і степінь її ушкодження.

Одночасно з подальшим удосконаленням методів ідентифікації систем стосовно до будівництва сильно нелінійної поведінки варто вивчати й інші будівельні характеристики – такі, як стан ушкодження і деякі інші заходи надійності.

Алгоритм і метод розв'язання задачі

Розглядаючи стан об'єкта, важливо визначити поняття ушкодження на основі понять теорії нечіткі множин.

На відміну від звичайних матричних розрахунків відношення, що зв'язують нечіткі матриці й вектори, не можуть використати операції додавання або добутку між відповідними елементами, тому що в цьому випадку втрачається якісне навантаження, обумовлене нечіткими оцінками. Тому, для збереження змісту проведених обчислень, необхідно скористатися операцією максимінної композиції.

Нехай Z = стан сильного ушкодження. Якщо можна знайти нечіткі відношення R (з X в Y) і S (з Y в Z), то ознаки X можна зв'язати зі станом сильного ушкодження споруди Z за допомогою композиції $R \bullet S$.

Для визначення елемента результуючої матриці $R \bullet S$ спочатку визначаються попарні мінімуми серед відповідних елементів i -го рядка першої (з X в Y) й j -го стовпця другої матриці (з Y в Z). Можна визначити зміст подібної операції — якщо рівень впливу елемента об'єкта на елемент середовища низький, то незалежно від відношення цього параметра до інших параметрів об'єкта забезпечити якісніший вплив на середовище не вдасться, і навпаки. Надалі із знайдених мінімумів вибирають найбільший, тому що імовірно, що рівень взаємодії між точкою входу об'єкта й точкою виходу зовнішнього середовища визначається найсильнішим з існуючих опосередкованих зв'язків.

Наприклад, x_1 = багато тріщин, x_2 = великі тріщини, x_3 = надмірна деформація. Нехай $Y = \{y_1, y_2, \dots, y_i\}$ — множина видів потенційно можливих ушкоджень. Наприклад, y_1 = втомлюче чи розривне ушкодження, y_2 = пластична деформація, y_3 = нестабільність, y_4 = прогресуюче руйнування.

	y_1 : втомлюче і розрив	y_2 : пластична деформація	y_3 : нестабіль- ність	y_4 : прогресуюче руйнування
$R = \begin{cases} x_1 : \text{багато тріщин} \\ x_2 : \text{великі тріщини} \\ x_3 : \text{надмірна деформація} \end{cases}$	0,9	0,2	0,4	0,4
	0,8	0,3	0,7	0,8
	0,3	0,8	0,9	0,7

	Стан сильного ушкодження
$S = \begin{cases} y_1 \\ y_2 \\ y_3 \\ y_4 \end{cases}$	$\begin{bmatrix} 0,4 \\ 0,3 \\ 0,8 \\ 1,0 \end{bmatrix}$

Тоді

$$R \cdot S = \begin{cases} x_1 \\ x_2 \\ x_3 \end{cases} \left| \begin{array}{c} z \\ 0,4 \\ 0,8 \\ 0,8 \end{array} \right.$$

Останній результат свідчить, що наявність характеристик x_2 (великі тріщини) і x_3 (надмірна деформація) приводить до високої оцінки степеня приналежності до множини конструкцій, що знаходяться в стані сильного ушкодження. Іншими словами, якщо спостерігаються великі тріщини і надмірна деформація, то конструкцію класифікують як сильно ушкоджену.

Реалізація алгоритму

Розглянемо дві множини характеристик $X = \{ x_1, \dots, x_8 \}$ і $Y = \{ y_1, \dots, y_8 \}$, де x_1 – багато тріщин, x_2 – великі тріщини, x_3 – пошкодження несучої стіни, x_4 – тріщини у фундаменті, x_5 – пошкодження каркаса, x_6 – надмірні деформації, x_7 – локальні розриви, x_8 – часткова деформація; y_1 – втома і розрив, y_2 – пластична деформація, y_3 – нестабільність, y_4 – прогресуюче руйнування, y_5 – коммулятивність, y_6 – жорсткість, y_7 – загасання коливань, y_8 – стан компонентів.

Зв'язок X і Y задамо матрицею, де кожний елемент означає максимум з двох чисел – x_i і y_j , $i, j = 1, 2, \dots, 8$.

За допомогою зображеної на рис. 2 шкали можна класифікувати типи ушкоджень і скласти на їх основі таблицю.

Таблиця ушкоджень

Легке ушкодження

S-множина	0,1	0,2	0,2	0,1	0,15	0,18	0,1	0,2
------------------	-----	-----	-----	-----	------	------	-----	-----

Легко – помірне ушкодження

S-множина	0,1	0,3	0,2	0,5	0,15	0,2	0,4	0,3
------------------	-----	-----	-----	-----	------	-----	-----	-----

Помірне ушкодження

S-множина	0,4	0,3	0,3	0,5	0,4	0,3	0,4	0,5
------------------	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----

Помірно – сильне ушкодження

S-множина	0,6	0,3	0,3	0,5	0,7	0,3	0,4	0,8
------------------	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----

Сильне ушкодження

S-множина	0,6	0,8	0,6	0,8	0,7	0,7	0,7	0,8
------------------	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----

Легко – руйнівне ушкодження

S-множина	0,1	0,9	0,9	0,2	1,0	0,2	1,0	0,1
------------------	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----

Помірно – руйнівне ушкодження

S-множина	0,3	0,5	0,9	0,5	1,0	0,4	1,0	0,3
------------------	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----

Легко – сильне ушкодження

S-множина	0,2	0,7	0,8	0,2	0,6	0,7	0,1	0,1
------------------	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----

Легко – помірно – руйнівне ушкодження

S-множина	0,2	0,4	0,9	0,2	0,3	0,9	0,1	0,4
-----------	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----

Помірно – сильно – руйнівне ушкодження

S-множина	0,6	0,4	0,9	0,7	0,3	0,9	0,8	0,4
-----------	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----

Сильно – руйнівне ушкодження

S-множина	0,9	0,8	0,9	0,8	0,7	0,7	1,0	0,8
-----------	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----

Руйнівне ушкодження

S-множина	0,9	0,9	0,9	0,9	1,0	0,9	1,0	1,0
-----------	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----

Числові і графічні результати

S-множина	0,1	0,2	0,2	0,1	0,15	0,18	0,1	0,2
-----------	-----	-----	-----	-----	------	------	-----	-----

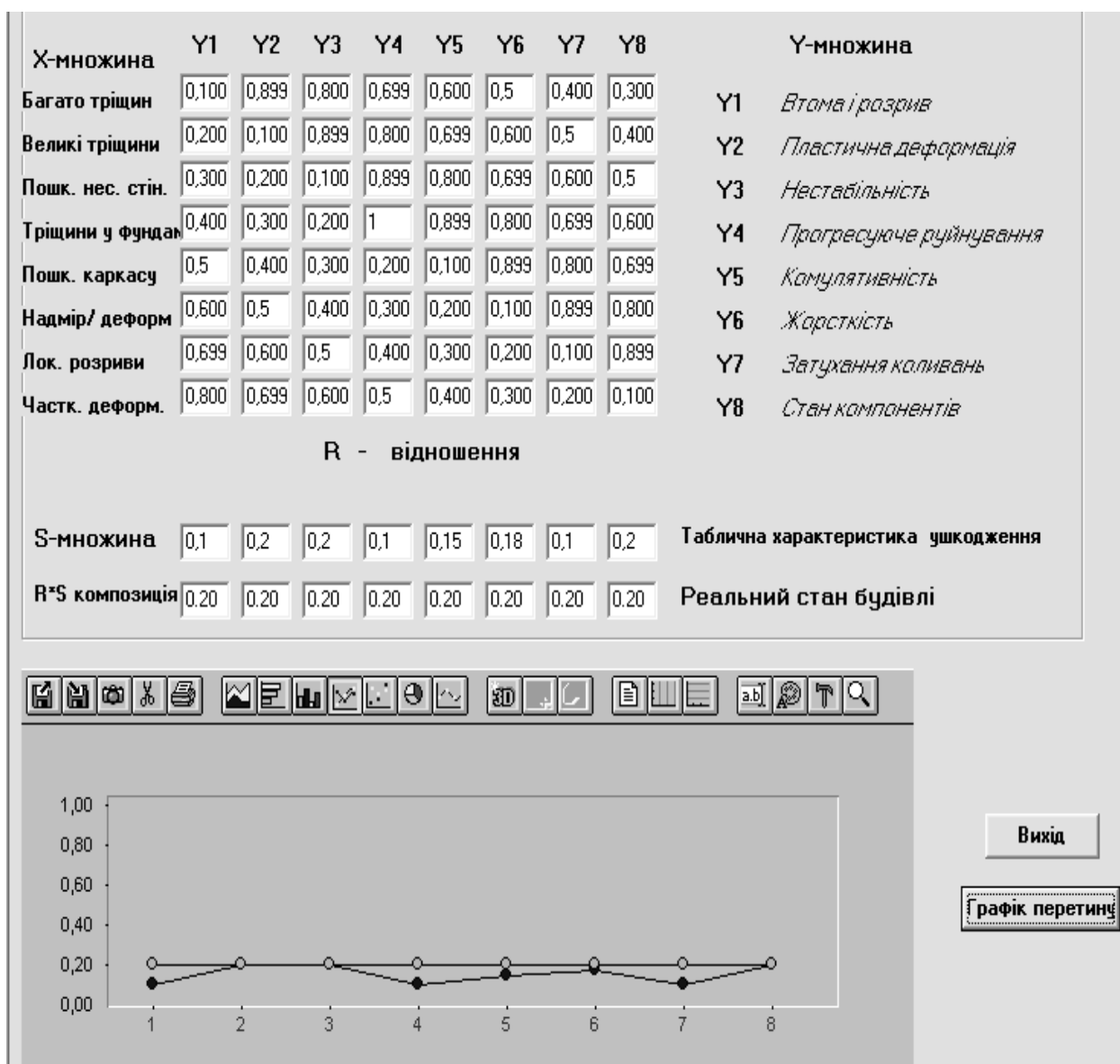


Рис. 3. Легке ушкодження

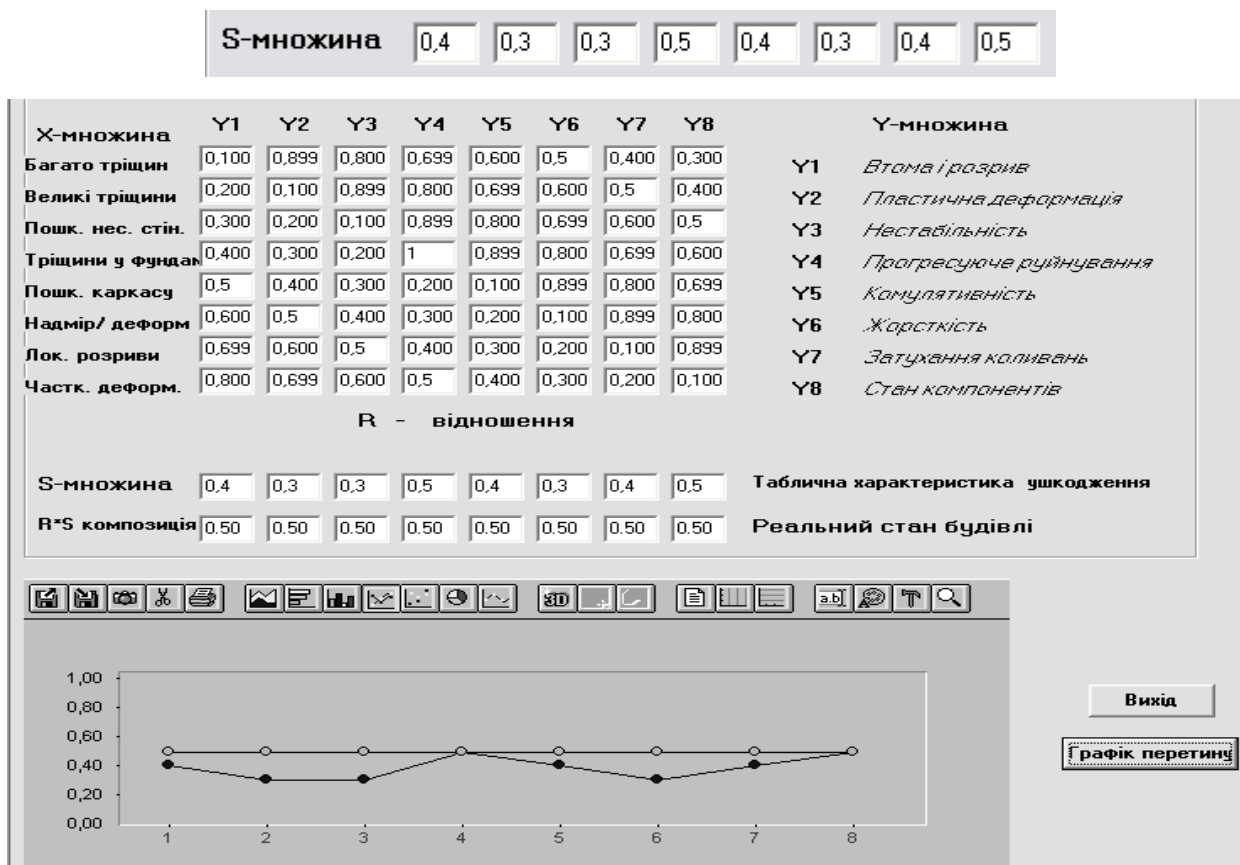


Рис. 4. Помірне ушкодження

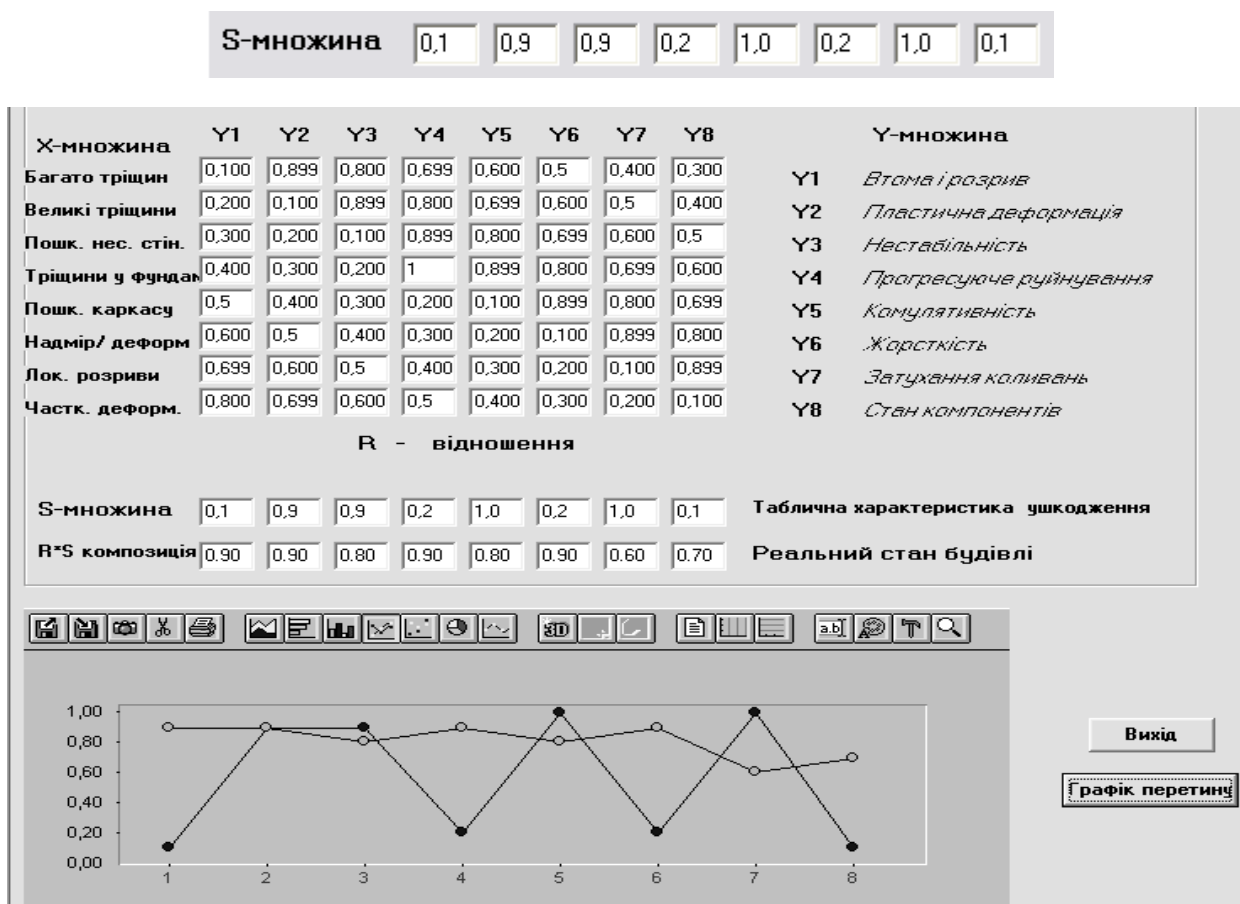


Рис. 5. Легкоруйнівне ушкодження

Аналіз результатів

Аналізуючи результати, подані на рис. 3–5, можна надати таку рекомендацію щодо будівлі, стан якої описано R – відношенням (матрицею відображення X в Y): будівля є такою, що може задовільно витримати тільки легке ушкодження. Тобто, стан будівлі такий, що починаючи з помірного ушкодження, будівля перестає бути здатною до використання. Краще заздалегідь розпочинати ремонт.

Висновок

Описано методику оцінки придатності існуючих споруд з використанням засобів теорії нечітких множин. Методику можна застосувати як у зонах сейсмічної активності, так і в звичайних умовах як інструмент для розроблення методів інженерно-сейсмічних досліджень.

1. Blockley I. A New Technique for Estimating System Uncertainty in Design – Proceeding // The Institution of Mechanical Engineers. – London, 1979. – Vol. 193, No. 5. – P. 159–168. 2. Brown C.B. A. – Fuzzy Safety Measure- Journal of the Engineering Mechanics Division. – 1979. – Vol. 105, N. EM5. – P. 855–872.

УДК 614.313

Я. Ковівчак

Національний університет “Львівська політехніка”,
кафедра автоматизованих систем управління

ФОРМУВАННЯ ГРАНИЧНИХ УМОВ У КРАЙОВИХ ПРОСТОРОВИХ ЗАДАЧАХ ЕЛЕКТРОДИНАМІКИ

© Ковівчак Я., 2006

Проаналізовано різні підходи до знаходження граничних умов на межі середовищ з різними електромагнітними характеристиками для просторово-часових диференціальних рівнянь електромагнітного поля польових математичних моделей пристроїв, побудованих на основі функції векторного потенціала. Наведено вирази для граничних умов, отримані з рівності як основних векторів електромагнітного поля на межі розділу середовища, так і перших просторових похідних цих векторів. Доведено, що у випадку нелінійних середовищ ефективнішим є підхід до формування граничних умов на основі рівності не векторів, а їхніх перших просторових похідних.

In paper the analysis of the different approaches up to a determination of boundary conditions on boundary between mediums with different electromagnetic performances of the spatially -hour differential equations of an electromagnetic field of field mathematical models of devices constructed on the basis of function of a vectorial potential are proposed. The expressions for boundary conditions obtained with equality of vectors of an electromagnetic field on a demarcation of mediums, and spatial derivatives of these vectors are shown. Is displayed, that in case of nonlinear mediums more effective is the approach of forming of boundary conditions on the basis of equality not of vectors but their first spatial derivatives.

Вступ

У крайових просторових задачах електродинаміки знаходження граничних умов для системи алгебро-диференціальних рівнянь, що становлять основу польової математичної моделі фізичного