

18. Tulup'ev, A. L., Nikolenko, S. I., Sirotkin, A. V. (2006). Bajesovskie seti: Logiko-verojatnostnyj podhod. Sankt-Peterburg: Nauka, 607.

19. Terentyev, A. N., P. I. Bidyuk, Korshevnyuk, L. A. (2007). Bayesian network as instrument of intelligent data

analysis. Journal of Automation and Information Sciences, 39 (8), 28–38. doi: 10.1615/jautomatinfscien.v39.i8.40

20. Grishhenko, N. B. (2001). Osnovy strahovoj dejatel'nosti. Barnaul: Izd-vo Altajskogo un-ta, 274.

Дата надходження рукопису 06.07.2016

Трухан Світлана Віталіївна, аспірант, Інститут прикладного та системного аналізу, Національний технічний університет України «Київський політехнічний інститут», пр. Перемоги, 37, м. Київ, Україна, 03056

E-mail: svetlana.trukhan@gmail.com

Бідюк Петро Іванович, доктор технічних наук, професор, Інститут прикладного та системного аналізу, Національний технічний університет України «Київський політехнічний інститут», пр. Перемоги, 37, м. Київ, Україна, 03056

E-mail: pbidyuke@gmail.com

УДК 69:002;72.025;721

DOI: 10.15587/2313-8416.2016.76318

РОЗРОБКА МОДЕЛЕЙ ТА МЕТОДІВ ВИЗНАЧЕННЯ ФІЗИЧНОГО ЗНОШЕННЯ ЕЛЕМЕНТІВ ДЛЯ ЗАДАЧІ ДІАГНОСТИКИ ТЕХНІЧНОГО СТАНУ БУДІВЕЛЬ І СПОРУД

© О. О. Терентьєв, О.Б. Полторак

Дана стаття висвітлює питання, що пов'язані з побудовою моделей визначення фізичного зношення елементів для задачі діагностики технічного стану будівель. З використанням апарату нечітких множин побудовані інтегровані математичні моделі і методи моніторингу певного технічного стану конструкцій будівель. Отримані рекомендації узагальнюють процеси розпізнавання дефектів конструкцій побудованих з різних матеріалів та дефектів різноманітної природи

Ключові слова: математичні моделі, фізичне зношення елементів, обстеження і оцінка, технічний стан, категорія

This article covers issues associated with the construction of models for determining the physical wear of elements for tasks of diagnostics of technical condition of buildings. Integrated mathematical models and methods for monitoring a technical condition of building structures were developed using fuzzy sets. Recommendations summarize the processes of recognition of defects in structures built of various materials and defects of different nature

Keywords: mathematical models, physical deterioration of items, survey and evaluation, technical condition, category

1. Вступ

Під фізичним зношенням конструкцій, елементів, системи інженерного обладнання і будівлі в цілому потрібно розуміти втрату ними першочергових техніко-експлуатаційних якостей (міцності, стійкості, надійності) в результаті дії природно-кліматичних факторів і життєдіяльності людини.

Фізичне зношення окремих конструкцій, елементів, систем або їх ділянок потрібно оцінювати шляхом порівняння ознак фізичного зношення, що були виявлені в результаті візуального та інструментального обстеження, з їх значеннями, приведеними в базі даних.

Якщо конструкція, елемент, система або ділянка має всі ознаки зношення, які відповідають певному інтервалу його значень, то фізичне зношення потрібно приймати рівним верхній границі інтервалу. Якщо в конструкції, елементі, системі або ділянці був виявлений тільки один із декількох ознак зношення,

то фізичне зношення потрібно приймати рівним нижній границі. Якщо в таблиці інтервалу значень фізичного зношення відповідає тільки одна ознака, то фізичне зношення конструкції потрібно приймати по інтерполяції в залежності від розмірів або характеру пошкоджень [1].

2. Аналіз літературних даних

Проведено вивчення наукових джерел за проблематикою дослідження теоретичних засад щодо побудови інформаційних технологій діагностики складних технічних систем та аналітичного забезпечення їх функціонування, отриманих відомими вітчизняними науковцями, серед яких Міхайленко В. М. [2], Терентьєв О. О. [3], Цюцюра М. І. [4], Єременко Б. М. [5].

Забезпечення довготривалої та надійної експлуатації будівель за рахунок своєчасного прогнозу-

вання та використання інтегрованих моделей та методів автоматизованої системи діагностики їх технічного стану є актуальною теоретичною та техніко-економічною проблемою, що потребує застосування ефективних рішень на всіх етапах життєвого циклу будівель та регламентуються положенням «Нормативні документи з питань обстежень, паспортизації, безпечної та надійної експлуатації виробничих будівель і споруд» [6].

3. Мета та задачі дослідження

Мета дослідження – побудова моделей визначення фізичного зношення елементів для задачі діагностики технічного стану будівель з використанням апарату нечітких множин.

Для досягнення поставленої мети були вирішені наступні задачі:

1. Побудувати інтегровані математичні моделі і методи моніторингу певного технічного стану конструкцій будівель, які узагальнюють процеси розпізнавання дефектів конструкцій побудованих з різних матеріалів та дефектів різноманітної природи.

2. Проаналізувати подальший розвиток аналітичних засобів оцінки прогнозування прийнятих рішень щодо вибору структури моделей в умовах автоматизованого управління процесом діагностики технічного стану конструкцій будівель, що дає можливість порівнювати її результати.

4. Методика побудови розробки моделей визначення фізичного зношення конструктивних елементів будівель

В основу нормативних документів з визначення величини фізичного зносу покладено співвідношення фізичного зносу і вартості необхідного на відновлення ремонту. В результаті капітального і поточного ремонтів темпи зростання фізичного зносу знижуються. Знос будівель відбувається найбільш інтенсивно в перші 20–30 років і після 90–100 років [7].

Фізичне зношення конструкцій, елемента або системи, що мають різну ступінь зношення окремих ділянок, потрібно визначати за формулою:

$$\Phi_k = \sum_{i=1}^{i=n} \Phi_i \cdot \frac{P_i}{P_k}, \quad (1)$$

де Φ_k – фізичне зношення конструкції, елемента або системи; %,

Φ_i – фізичне зношення ділянки конструкції, елемента або системи, визначений за допомогою бази даних,

P_i – розміри (площа або довжина) пошкодженої ділянки; m^2 або m ,

P_k – розміри всієї конструкції; m^2 або m ,

n – кількість пошкоджених ділянок.

Фізичне зношення будівлі потрібно визначати за формулою:

$$\Phi_3 = \sum_{i=1}^{i=n} \Phi_i \cdot I_i \quad (2)$$

де Φ_3 – фізичне зношення будівлі; %,

Φ_i – фізичне зношення ділянки конструкції, елемента або системи, визначений за допомогою бази даних,

I_i – коефіцієнт, що відповідає частці відновлюваної вартості окремої конструкції, елемента або системи в загальній відновлюваній вартості будівлі,

n – кількість окремих конструкцій, елементів або систем в будівлі.

Частки відновлюваної вартості окремих конструкцій, елементів і систем в загальній відновлюваній вартості будівлі потрібно приймати по показникам відновлюваної вартості будівель, затверджених в встановленому порядку, а для конструкцій, елементів і систем, що не мають затверджених показників – по їх кошторисній вартості.

Для пошарових конструкцій – стін і покриття потрібно приймати системи подвійної оцінки фізичного зношення, по технічному стану і терміну служби конструкції. За кінцеву оцінку фізичного зношення потрібно приймати більше значення [7].

Фізичне зношення пошарових конструкцій за терміном служби потрібно визначати за формулою:

$$\Phi_c = \sum_{i=1}^{i=n} \Phi_i \cdot K_i, \quad (3)$$

де Φ_c – фізичне зношення пошарової конструкції; %, Φ_i – фізичне зношення матеріалу шару, K_i – коефіцієнт, що визначається як відношення вартості матеріалу шару до вартості всієї конструкції, n – кількість шарів.

Фізичною основою методики оцінки технічного стану будівель є візуальне розбиття будь-якої будівлі на 4 частини: головний фасад, правий фасад, лівий фасад, дворовий фасад.

Всі експерти групують виявлені дефекти і пошкодження конструкції елементів будівлі по фасадам, визначають їх процент фізичного зношення, а також розміри пошкодженої частини в загальному обсязі конструкції.

Нерідко трапляються випадки коли будівлі характерні певні закономірні пошкодження, які поширені по більшості фасадам, це набагато спрощує процес визначення технічного стану будівлі, а також дає можливість виявити причини і наслідки їх виникнення. Також можлива наявність різних за характером пошкоджень, а тому доцільно провести аналіз і визначити вагу пошкодження в загальному об'ємі конструкції. На рис. 1, 2 наведено приклади пошкоджень і дефектів конструктивних елементів будівлі.

Кожен експерт самостійно визначає величину фізичного зношення того чи іншого пошкодження конструкції будівлі. Так як кількість експертних оцінок буває різною, то середнє зношення конструкцій визначається за допомогою «методу безпосереднього оцінювання». Далі це значення перевіряють на належність до певних інтервалів фізичного зношення, що відповідають одному із 4-ох категорій технічного стану будівель [8].

В табл. 1 наведено ознаки пошкодження конструктивного елемента «Фундаменти».

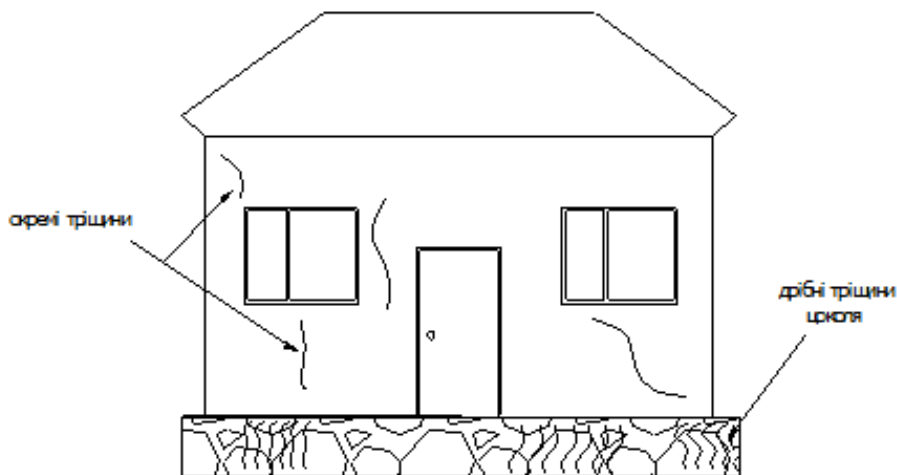


Рис. 1. Пошкодження головного фасаду будівлі

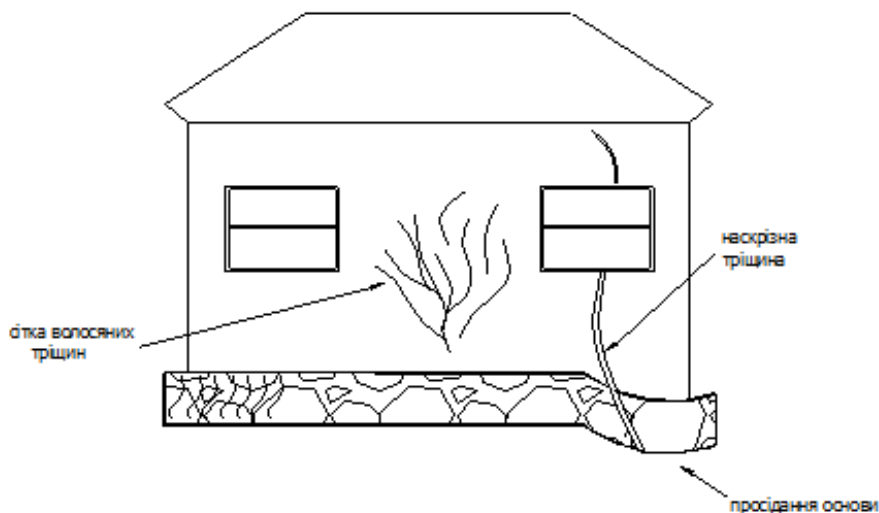


Рис. 2. Пошкодження правого бокового фасаду будівлі

Таблиця 1

Ознаки пошкодження конструктивного елементу «Фундаменти»

Експерти	Ознаки зношення	№ ділянки	Розмір пошкодженої ділянки, %	Фізичне зношення ділянок елемента, %	Визначення середньозваженого значення фіз. зношення ділянки, %	Частка фіз. зношення ділянки в загальному фіз. зношенні елемента, %	
1	Міlkі тріщини в цоколі	1,2,3	75	10	$75/100 \cdot 10$	7	19
	Помітне скривлення цоколя, наскрізні тріщини із розвитком на всю висоту	4	25	48	$25/100 \cdot 48$	12	
2	Міlkі тріщини в цоколі	1,2,3	75	15	$75/100 \cdot 15$	11	22
	Помітне скривлення цоколя, наскрізні тріщини із розвитком на всю висоту	4	25	44	$25/100 \cdot 44$	11	
3	Міlkі тріщини в цоколі	1,2,3	75	18	$75/100 \cdot 18$	12,25	26
	Помітне скривлення цоколя, наскрізні тріщини із розвитком на всю висоту	4	25	55	$25/100 \cdot 55$	13,75	

Визначаємо фізичне зношення фундаменту за наступною формулою:

$$\Phi_f = \sum_{i=1}^{i=n} \Phi_{i,f} \cdot \frac{P_{i,f}}{P_f}, \quad (4)$$

де Φ_f – фізичне зношення фундаменту, %; $\Phi_{i,f}$ – фізичне зношення ділянки фундаменту, визначене експе-

ртом за допомогою бази даних; $P_{i,f}$ – розміри (площа, довжина) пошкодженої ділянки фундаменту, m^2 або m ; P_f – розмір всієї конструкції, m^2 або m ; n – кількість пошкоджених ділянок.

В табл. 2 наведено ознаки пошкодження конструктивного елемента «Стіни».

Таблиця 2

Ознаки пошкодження конструктивного елемента «Стіни»

Експерти	Ознаки зношення	№ ділянки	Розмір пошкодженої ділянки, %	Фізичне зношення ділянок елемента, %	Визначення середньозваженого значення фіз. зношення ділянки, %	Частка фіз. зношення ділянки в загальному фіз. зношенні елемента, %	
1	Тріщини та відпадання штукатурки, вивітрювання швів	1,2	50	25	50/100*25	12,5	32
	Масове відпадання штукатурки, послаблення цегляної кладки	3,4	50	39	50/100*39	19,5	
2	Тріщини та відпадання штукатурки, вивітрювання швів	1,2	50	22	50/100*22	11	27
	Масове відпадання штукатурки, послаблення цегляної кладки	3,4	50	32	50/100*32	16	
3	Тріщини та відпадання штукатурки, вивітрювання швів	1,2	50	26	50/100*26	13	30
	Масове відпадання штукатурки, послаблення цегляної кладки	3, 4	50	34	50/100*34	17	

Визначаємо фізичне зношення стін за наступною формулою:

$$\Phi_s = \sum_{i=1}^{i=n} \Phi_{i,s} \cdot \frac{P_{i,s}}{P_s}, \quad (5)$$

де Φ_s – фізичне зношення стін, %; $\Phi_{i,s}$ – фізичне зношення ділянки стін, визначене експертом за допомо-

гою бази даних; $P_{i,s}$ – розміри (площа або довжина) пошкодженої ділянки стін, m^2 або m ; P_s – розмір всієї конструкції, m^2 або m ; n – кількість пошкоджених ділянок.

В табл. 3 наведено ознаки пошкодження конструктивного елемента «Перекриття».

Таблиця 3

Ознаки пошкодження конструктивного елемента «Перекриття»

Експерти	Ознаки зношення	№ ділянки	Розмір пошкодженої ділянки, %	Фізичне зношення ділянок елемента, %	Визначення середньозваженого значення фіз. зношення ділянки, %	Частка фіз. зношення ділянки в загальному фіз. зношенні елемента, %	
1	Тріщини в місцях стику балок з несучими стінами	1,2	65	48	65/100*48	31	48
	Глибокі тріщини перекриття, наявність часових кріплень	3,4	35	52	35/100*52	17	
2	Тріщини в місцях стику балок з несучими стінами	1,2	65	41	65/100*41	26	45
	Глибокі тріщини перекриття, наявність часових кріплень	3,4	35	55	35/100*55	19	
3	Тріщини в місцях стику балок з несучими стінами	1,2	65	49	65/100*49	32	53
	Глибокі тріщини перекриття, наявність часових кріплень	3, 4	35	58	35/100*58	21	

Визначаємо фізичне зношення перекриття за наступною формулою:

$$\Phi_{pr} = \sum_{i=1}^{i=n} \Phi_{i,pr} \cdot \frac{P_{i,pr}}{P_{pr}}, \quad (6)$$

де Φ_{pr} – фізичне зношення перекриття, %; $\Phi_{i,pr}$ – фізичне зношення ділянки перекриття, визначене експертом за допомогою бази даних; $P_{i,pr}$ – розміри (площа, довжина) пошкодженої ділянки перекриття, м² або м; P_{pr} – розмір всієї конструкції, м² або м; n – кількість пошкоджених ділянок.

5. Результати дослідження побудови моделей та методів визначення фізичного зношення стану основних елементів будівель

Для визначення технічного стану будівлі в цілому потрібно детальніше проаналізувати фізичний стан кожного конструктивного елемента, а також їх вплив на цілісність та міцність самої конструкції. Як відомо, невід’ємною складовою будь-якої будівлі є фундаменти, стіни, перекриття – елементи, які сприймають максимальні навантаження і від роботи яких залежатиме стан та довговічність будівлі [9, 10].

Визначення технічного стану будівель проводиться шляхом спільного порівняння фізичних станів складових конструктивних елементів.

Для цього будемо використовувати логічну операцію “диз’юнкцію”:

$$F(ts) \vee S(ts) \vee Pr(ts) \vee D(ts) \vee P(ts) = \max(F(ts), S(ts), Pr(ts), D(ts), P(ts)) = B(ts), \quad (7)$$

де $F(ts)$ – технічний стан фундаменту;

$S(ts)$ – технічний стан стін;

$Pr(ts)$ – технічний стан перекриття;

$D(ts)$ – технічний стан даху;

$P(ts)$ – технічний стан покриття;

$B(ts)$ – технічний стан будівлі.

Під час виконання операції розглядається технічний стан фундаментів, стін, перекриття, тому їм надається пріоритет, як основним конструктивним елементам будівлі:

$$F(3) \vee S(3) \vee Pr(2/3) \vee D(2) \vee P(2) = \max(F(3), S(3), Pr(2/3), D(2), P(2)) = B(3). \quad (8)$$

Тобто, характер пошкоджень основних конструктивних елементів будівлі характеризує стан будівлі як непридатний до нормальної експлуатації [7].

6. Висновки

Наукове значення полягає в ефективності запропонованих інтегрованих моделей і методів діагностики та прогнозування технічного стану будівель, які реалізовані аналітичним апаратом нечітких множин, що створюють достатньо інформаційну платформу для накопичення реальної, достовірної та мінімально збиткової інформації щодо створення потужної бази знань, як більшої за однотипністю чисельних експериментів, що дало можливість забезпечувати ефективне навчання, як новітнього інструменту для

точної і надійної діагностики часових етапів експлуатації будівель в межах їх життєвого циклу.

Література

1. ГОСТ 10180-78 Бетон. Методы определения прочности на сжатие и растяжение. Госстрой СССР [Текст]. – Москва, 1979. – 24 с.

2. Михайленко, В. М. Інформаційна технологія оцінки технічного стану елементів будівельних конструкцій із застосуванням нечітких моделей [Текст]: сб. науч. тр. / О. О. Терентьев, Б. М. Єременко; под ред. В. И. Большакова // Строительство, материаловедение, машиностроение. – 2013. – № 70. – С. 133–141.

3. Михайленко, В. М. Обработка экспериментальных результатов работы экспертной системы для задачи диагностики технического стану будівель [Текст]: сб. науч. тр. / В. М. Михайленко, О. О. Терентьев, Б. М. Єременко; под ред. В. И. Большакова // Строительство, материаловедение, машиностроение. – 2014. – № 78. – С. 190–195.

4. Терентьев, О. О. Основы организации нечеткого вывода для задачи диагностики технического стану будівель та споруд [Текст]: сб. науч. пр. / О. О. Терентьев, С. С. Шабала, Б. С. Малина // Управление развитием складных систем. – 2015. – № 22. – С. 138–143.

5. Terentyev, O. The Method of Direct Grading and the Generalized Method of Assessment of Buildings Technical Condition [Text] / O. Terentyev, M. Tsiutsiura // International Journal of Science and Research (IJSR). – 2015. – Vol. 4, Issue 7. – P. 827–829.

6. Нормативні документи з питань обстежень, паспортизації, безпечної та надійної експлуатації виробничих будівель і споруд [Текст]. – Київ, 2003. – 144 с.

7. ГОСТ 18105-86 (СТСЭВ 2046-79) Бетоны. Правила контроля прочности. Госстрой СССР [Текст]. – Москва, 1987. – 18 с.

8. ГОСТ 8829-84 (ДСТУ Б.В.2.6-7-95) Изделия строительные бетонные и железобетонные сборные. Методы испытания нагружением. Правила оценки прочности, жесткости и трещиностойкости. Госстрой СССР [Текст]. – Москва, 1982. – 20 с.

9. ИИ-04-7. Вып. 1. Сборные элементы зданий каркасно-конструкционных. Лестницы. Железобетонные лестницы для зданий с высотой этажей 3,3, 4,2 метра [Текст]. – Москва, 1966. – 20 с.

10. Каталог приборов неразрушающего контроля качества железобетона. НИИСК Госстроя СССР [Текст]. – Киев, 1986. – 24 с.

References

1. GOST 10180-78 Concrete. Methods for determination of the compressive strength and the tensile strength. Gosstroy of the USSR (1979). Moscow, 24.

2. Mikhailenko, V. M., Eremenko, B. M.; Bolshakov, V. I. (Ed.) (2013). Information technology assessment of technical condition of building structures using fuzzy models. Construction, materials, engineering, 70, 133–141.

3. Mikhailenko, V. M., Terentyev, O. O., Eremenko, B. M.; Bolshakov, V. I. (Ed.) (2014). Treatment of experimental results of the expert system for diagnostics of technical condition of buildings. Construction, materials, engineering, 78, 190–195.

4. Terentyev, O. O., Sabala, Y. Y., Malyna, B. S. (2015). Fundamentals of the organization of fuzzy inference for the task of diagnosing the technical condition of buildings and structures. Managing the development of complex systems, 22, 138–143.

5. Terentyev, O., Tsiutsiura, M. (2015). The Method of Direct Grading and the Generalized Method of Assessment of

Buildings Technical Condition. International Journal of Science and Research (IJSR), 4 (7), 827–829.

6. Normativni dokumenty z pytan' obstezhen', pasportyzacii', bezpechnoi' ta nadijnoi' ekspluatacii' vyrobnych budivel' i sporud (2003). Kyiv, 144.

7. GOST 18105-86 (STSM 2046-79) Concretes. The rules control the strength. Gosstroy of the USSR (1987). Moscow, 18.

8. GOST 8829-84 (DSTU B. V. 2.6-7-95) Product construction of concrete and reinforced concrete prefabricat-

ed. Test methods loading. Rules for the evaluation of strength, stiffness and fracture toughness. Gosstroy of the USSR (1982). Moscow, 20.

9. ИИ-04-7. Issue 1. Prefabricated buildings of frame construction. Stairs. Concrete stairs for buildings with the floor height of 3.3, 4.2 metres (1966). Moscow, 20.

10. Catalog of instruments for non-destructive testing of concrete. Scientific-investigational center of Gosstroy of the USSR (1986). Kiev, 24.

*Рекомендовано до публікації д-р техн. наук, професор Цюцюра С. В.
Дата надходження рукопису 20.06.2016*

Терентьев Александр Александрович, кандидат технічних наук, доцент, старший науковий співробітник, завідувач сектором, Сектор дослідження діагностики технічного стану будівель і споруд, Державне підприємство «Науково-дослідний інститут будівельного виробництва» Мінрегіону України, пр. Лобановського, 51, м. Київ, Україна, 03680
E-mail: teren79@rambler.ru

Полторак Александр Борисович, науковий співробітник, Сектор дослідження діагностики технічного стану будівель і споруд, Державне підприємство «Науково-дослідний інститут будівельного виробництва» Мінрегіону України, пр. Лобановського, 51, м. Київ, Україна, 03680
E-mail: Rabotex@bigmir.net

УДК 005:621.1:338.28

DOI: 10.15587/2313-8416.2016.76344

МОДЕЛИРОВАНИЕ ПРОЦЕССОВ УПРАВЛЕНИЯ КОММУНИКАЦИЯМИ РЕГИОНАЛЬНЫХ ПРОЕКТОВ ЭНЕРГОСБЕРЕЖЕНИЯ

© Ю. Н. Харитонов, Г. В. Фоменко

Выполнен анализ моделей и механизмов управления проектами и программами повышения энергоэффективности систем энергообеспечения. Разработана модель планирования управления коммуникациями, которая позволяет повышать эффективность управления региональными проектами и программами энергосбережения путем организации взаимосвязанных процессов управления на основе артефактных проектных решений и шаблонов информационных массивов, а также процессов интеграции результатов формирования потребностей в информации и коммуникациях, которые разработаны командой проекта и участниками проекта

Ключевые слова: энергетика, энергосбережение, ресурсы, проект, программа, модель, коммуникации, процесс, информация, система

The analysis of models and project management tools and programs to improve energy efficiency of energy supply systems was performed. The model of communication management planning was developed. The model allows increasing the efficiency of the regional project management and energy-saving programs through the organization of interrelated management processes based on artifact project decisions and templates of information arrays as well as results integration of needs for information and communication, which were developed by the project team and the project participants

Keywords: energetics, energy-saving, resources, project, program, model, communication, process, information, system

1. Введение

В настоящее время проблема рационального использования энергетических ресурсов является одной из центральных для всего энергетического

комплекса Украины, от ее решения зависят темпы социально-экономического развития государства, различные аспекты национальной безопасности [1, 2].