

1. Гнатченко Є. Ю. Менеджмент маркетингової діяльності підприємства будівельної галузі / Є. Ю. Гнатченко, Ю. І. Гайко // Глобальні та національні проблеми економіки. – 2015. – Вип. 4. – С. 331–334.

2. Демидова О. О. Маркетингове забезпечення діяльності будівельного підприємства / О. О. Демидова, С. В. Новак, І. А. Шатрова, В. В. Титок // Наука и образование : сб. тр. XIII Междунар. науч. конф., г. Хайдусобосло (Венгрия). – 2019. – С. 27–31.

3. Портер Майкл. Конкурентная стратегия: Методика анализа отраслей и конкурентов / Майкл Портер ; пер. с англ. – 3-е изд. – М. : Альпина Бизнес Бук, 2007. – 453 с.

4. Рамазанова Ф. М. Стратегический подход к продвижению строительной продукции на рынок / Ф. М. Рамазанова, А. И. Эсетова // Вестник государственного технического университета. Технические науки. – 2017. – Т. 44, № 1. – С. 206–216.

5. Аналітика [Електронний ресурс]. – Режим доступу: [budport.com.ua/news/24698-diam-bilshist-vi](http://budport.com.ua/news/24698-diam-bilshist-vi)

## АДАПТИВНА МАРКІВСЬКА МОДЕЛЬ ПРОГНОЗУВАННЯ ТЕХНІЧНОГО СТАНУ СПОРУД

*Баліна О. І.<sup>1</sup>, Безклубенко І. С.<sup>2</sup>, Буценко Ю. П.<sup>3</sup>*

*Гетун Г. В.<sup>4</sup>, Лесько В. І.<sup>5</sup>*

*<sup>1,2,4,5</sup>Київський національний університет будівництва і архітектури  
03680, Київ, Повітрофлотський пр.-т, 31*

*<sup>3</sup>м. Київ, НТУ України «Київський політехнічний інститут»  
ім. І.Сікорського*

*E-mail: <sup>1</sup>[elena.i.balina@gmail.com](mailto:elena.i.balina@gmail.com), <sup>2</sup>[i.bezklubenko@gmail.com](mailto:i.bezklubenko@gmail.com),*

*<sup>3</sup>[armchairdoc@ukr.net](mailto:armchairdoc@ukr.net), <sup>4</sup>[galinagetun@ukr.net](mailto:galinagetun@ukr.net), <sup>5</sup>[Vitalless1@i.ua](mailto:Vitalless1@i.ua)*

У переважній більшості випадків будь-який технічний об'єкт знаходиться під впливом великої кількості випадково змінних факторів, які, не спричиняючи повного руйнування об'єкту, спричиняють поступові зміни у негативний бік різноманітних його характеристик. Якщо йдеться про будівельні об'єкти, прикладами комплексів таких факторів є кліматичні впливи, характеристики атмосфери, гідрологія території. Однією з принципових задач, які вирішуються у таких випадках, є задача прогнозування рівня деградації об'єкта протягом певного проміжку часу. Часто доводиться розглядати також питання про можливий термін майбутньої експлуатації об'єкта, тобто тривалість часу, протягом якого його характеристики, з певним рівнем надійності, зберігатимуться у визначених межах. Розв'язання таких задач вимагає:

- комплексного моніторингу технічного стану об'єкта протягом (бажано) всього строку його експлуатації;
- аналогічного моніторингу факторів впливу на його технічний стан протягом того ж часу;
- наявності інформації про додаткові чинники, які можуть спричинити зміни згаданих факторів;
- наявності інформації про довготривалий вплив можливих у даному випадку комбінацій зовнішніх факторів на конструкції та матеріали, що використовуються у даному об'єкті;
- математичної моделі, яка дозволяє із достатньою точністю прогнозувати технічний стан об'єкта протягом визначених строків на основі наявної інформації.

У загальному випадку ці задачі є задачами прогнозування значень ряду функціоналів досить складної структури, побудованих на траєкторіях багатовимірного випадкового процесу, причому інформація як щодо структури функціоналів, так і відносно характеристик процесу носить статистичний характер із відповідними обмеженнями щодо її вірогідності та вичерпності, що робить побудову працездатної математичної моделі вельми проблемною.

Зазначимо, у той же час, що на практиці, внаслідок реально використовуваних процедур моніторингу технічного стану та факторів впливу, досліджуваний процес виявляється процесом з дискретним часом, також виявляється укрупненим (дискретизованим) і його фазовий простір. Попри зрозумілі можливості відхилень від реалій еволюції об'єкта, така ситуація є безальтернативною та надає можливості для описання цієї еволюції як ланцюга подій, тобто випадкового процесу з дискретним часом і належним чином організованим дискретним фазовим простором, елементами якого можуть бути, наприклад, сукупності значень параметрів об'єкта (точніше, даних про їх належність певним областям значень, визначеним з міркувань характеристизації загального його стану) та параметрів середовища (знову ж таки, у сенсі належності їх визначеним аналогічним чином діапазнам). Стартовою математичною моделлю у такому випадку, природно, є стаціонарний ланцюг Маркова. Виконання сформульованих вище вимог щодо інформаційного забезпечення дозволяє, зробивши додаткове припущення щодо ергодичності ланцюга, виконувати на основі побудованої за наявними даними про частоти переходів системи з одного стану до іншого розрахунки, необхідні для вирішення обох сформульованих вище задач. Перевірка адекватності побудованої таким чином моделі може здійснюватись шляхом порівняння накопичених частот перебування побудованого ланцюга Маркова у його станах(або виділеній з практичних

міркувань множині станів) зі знайденими за матрицею перехідних ймовірностей (частот) стаціонарними ймовірностями (частотами).

У разі виявлення істотних розбіжностей між гіпотетичними стаціонарними ймовірностями і наборами емпіричних частот, здійснюється:

– модифікація вказаних частот шляхом видалення найбільш «застарілої» вихідної інформації, після чого вони розраховуються повторно та повторно виконується вищезгадане порівняння;

– аналіз наявної інформації з точки зору її «квазіперіодичності» (виявлення проміжків часу, які характеризуються відтворенням або близьким до відтворення комплексів зовнішніх чинників для системи, наприклад, календарних років для атмосферних факторів) та врахування відмінностей у реакціях системи на фактори протягом таких «квазіперіодів» (наприклад, «за найгіршим варіантом»);

– виявлення часових трендів (як у параметрах системи та зовнішніх факторах, так і у частотах переходів) з побудовою відповідних модифікацій прогнозів. Слід зазначити, що наведені модифікації вихідної моделі є такими, що мають реалізовуватись не тільки перед початком її використання, але й періодично протягом всього періоду її використання для збереження адекватності моделі.

Особливому розгляду підлягає випадок прогнозованої зміни комплексу факторів, які визначають технічний стан об'єкта у процесі його експлуатації.

### Література

1. Ли Ц. Оценивание параметров марковских моделей по агрегированым временным рядам / Ц. Ли, Д. Джадж, А. Зельнер ; пер. с англ. – М. : Статистика, 1977. – 221 с.

2. Приймак М. В. Періодичні ланцюги Маркова в задачах статистичного аналізу і прогнозу енергонавантажень / М. В. Приймак // Технічна електродинаміка. – 2004. – № 2. – С. 3–7.

3. Адмаев О. В. Использование марковских процессов для оценки экологической безопасности воздушного пространства города / О. В. Адмаев, Т. В. Гавриленко // Оптика атмосферы и океана. – 2010. – Т. 23, № 12. – С. 1087–1090.

## СИСТЕМА КОМПЛЕКСНОЇ ПІДГОТОВКИ БУДІВЕЛЬНОГО ВИРОБНИЦТВА ПІД ЧАС ВІДБУДОВИ КРАЇНИ ПІСЛЯ ВІЙНИ

*Шатрова І. А.<sup>1</sup>, Демидова О. О.<sup>2</sup>*