

УДК 629.4.083:629.463

Канд. техн. наук Д.І. Волошин

Cand. of techn. sciences D.I. Voloshin

**УПРАВЛІННЯ НАДІЙНІСТЮ ВИРОБНИЧИХ СИСТЕМ
З РЕМОНТУ ВАГОНІВ**

**MANAGEMENT RELIABILITY OF PRODUCTION SYSTEMS
ON REPAIR OF CARS**

Представив д-р техн. наук, професор І.Е. Мартинов

Вступ. Останніми роками у процесах функціонування виробничих систем залізничного транспорту України відбулися значні зміни. Це в першу чергу вплинуло на загальні принципи управління і організації виробничих процесів. Ситуація значно ускладнювалась різкою зміною форми управління економікою України. Незважаючи на два десятиріччя використання ринкових принципів управління економічними процесами, фактично на сьогоднішній день ми маємо складну і суперечливу економічну систему,

яка є плановою за своєю суттю, але функціонує в умовах ринкових відносин.

Основною характеристикою централізованого директивного управління була жорстка детермінованість виробничо-господарчої діяльності кожного підприємства. Малося на увазі, що існує строго визначене управлінське рішення, яке однозначно вплине на об'єкт управління необхідним чином. Задача апарату управління підприємством полягала лише в пошуку цього рішення. З розвитком ринкової економіки практично всі

підприємства галузі поступово перейшли на зовсім інший рівень відносин як всередині самих виробничих систем, так і в зовнішніх зв'язках.

Лінійні процедури та підходи в управлінні виробничими системами є малоефективними в стохастичних та нестационарних ринкових процесах. Тому за останній час найбільш затребуваними в управлінні складними системами виступають методи нелінійної динаміки, теорії катастроф, синергетики, теорії логістики та ін., які повною мірою можуть бути використані і для виробничих систем з ремонту вагонів.

Використання вказаних підходів та моделювання на їх основі реальних виробничих систем дозволяє дослідити особливості їх функціонування в різних умовах, проаналізувати можливі варіанти розвитку при зміні характеристик основних елементів системи і знизити ризик виникнення відмови виробничої системи в цілому.

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Останніми роками проблемам удосконалення виробничих систем були присвячені роботи В.П. Бугаєва, В.И. Гридюшко, Н.З. Криворучко, М.М. Болотина, Г.Л. Бродецького, Р. Брауна, Дж. Букана, Є.В. Булінської, Дж. Хедлі, Є.П. Дудкіна, С.Н. Корнілова, К. Ерроу, С.В. Пільоркіна, Ю.І. Рижикова, Т. Уайтіна, В.А. Саковіча, А.Н. Стерлігової, Н.Д. Фасоляка, Е.А. Хруцкого і багатьох інших. Вирішенню задач моделювання складних систем були присвячені роботи В.В. Кульби, А.А. Кочкарова, Г.Г. Малинецького, Д.А. Кононова, С.А. Косяченко, А.Н. Шубіна та ін.

Постановка завдання. Розглянути основні підходи до удосконалення виробничих систем з ремонту вагонів та підвищення їх надійності.

Викладення основного матеріалу статті. Одною з основних проблемних задач сучасної науки є розробка та подальше використання методів

дослідження динаміки функціонування складних систем, до яких відносять і виробничі системи промислових підприємств. Як правило, складні виробничі системи функціонують в умовах невизначеності, тому необхідно мати чітке уявлення про джерела випадкових впливів і їх кількісні характеристики.

Виробничі системи підприємств з ремонту вагонів мають всі ознаки складних систем, для дослідження яких необхідно використовувати методи системного підходу. З позицій теорії систем виробнича система розглядається як сукупність елементів (цехів, дільниць, відділень та ін.), які призначені для виконання певного виду конкретних задач (ремонт вагонів, окремих конструктивних елементів, виробництво запчастин та ін.). Тобто процес функціонування виробничої системи виглядає як сукупність дій окремих виробничих підрозділів для виконання загальної мети.

Виробнича система, як і будь-яка складна система, може знаходитися в двох основних станах – стійкому та нестійкому.

Стійкий стан характеризується ритмічним випуском продукції, пропорційністю виробництва у всіх виробничих підрозділах, своєчасним матеріально-технічним забезпеченням та іншими факторами.

Нестійка виробнича система за аналогією володіє відсутністю ритмічності в ході виконання технологічних процесів, несвоечасним матеріально-технічним забезпеченням та ін. Такий стан може бути результатом як зовнішніх, так і внутрішніх впливів і мати тимчасовий характер. Але, як показує аналіз роботи сучасних вагоноремонтних підприємств, термін „тимчасовий” може складати і багаторічний період виробничої діяльності і сприйматися майже як „стійкий” стан функціонування.

В таких умовах особливого значення набуває така властивість, як надійність системи, тому що надійність є основним

елементом ефективності виробничої системи в цілому.

Якщо розглядати виробничу систему вагоноремонтного підприємства як складну відновлювальну технічну систему, то з точки зору надійності вона має ряд характерних ознак [1]:

- багатofункціональність;
- наявність великої кількості різнорідних зв'язків, з'єднань та відмов;
- низька вірогідність вхідної інформації;
- висока динамічність всіх технологічних підсистем у часі, що підвищує вимоги до календарного планування робіт в системі, та ін.

На працездатність ремонтного підрозділу великий вплив чинить якість інформації про внутрішній стан виробничої системи і технічний стан рухомого складу. Існуючі методи отримання та обробки вказаної інформації дозволяють вирішувати питання експлуатації з відомим ступенем наближення. При проектуванні виробничих підрозділів неможливо виявити всі можливі ситуації, які можуть виникнути в процесі майбутнього функціонування. Як відомо, міжремонтні терміни і обсяги ремонтів приймаються за середніми величинами за доволі великі терміни часу. Тому удосконалення методів і процесів календарного планування технологічних процесів продовжують бути вкрай актуальними науковими завданнями.

Для визначення працездатності елементів і підсистем виробничої системи вагоноремонтного підприємства, як правило, використовуються методи статистичної і фізичної теорії надійності, які дозволяють вирішити поставлену наукову задачу у двох напрямках. По-перше, оцінити працездатність складної системи за схемами логічної взаємодії, використовуючи методи теорії графів, а по-друге, оцінити можливість виникнення відмов системи з точки зору взаємодії елементів системи з зовнішніми впливами.

Необхідно зауважити, що для виробничої системи підприємства, з огляду на її складність, дуже важко сформулювати критерій відмови у вигляді „так-ні”. Це відбувається внаслідок того, що відмови окремих елементів системи (відмова окремої одиниці обладнання, відсутність робітника на робочому місці, відсутність в належний час запчастин або матеріалів) тільки знижують ефективність системи в цілому та приводять до часткової деградації її функціональних можливостей.

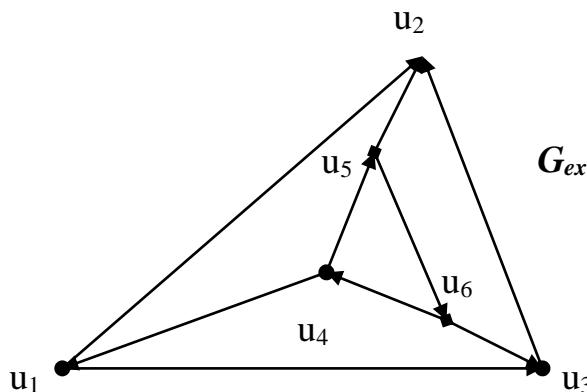
Дотримуючись відомих підходів до підвищення надійності складних систем, немає технічних і економічних можливостей продублювати всі елементи виробничої системи, що дозволить мінімізувати негативний зовнішній вплив. Тому за потрібне вважається проаналізувати реакцію системи на "сторонній" вплив, знайти найбільш слабкі елементи системи і рекомендувати їх до резервування. Для досягнення цієї мети важливо підібрати точний метод формального відтворення системи, зовнішнього впливу і визначити механізми його поширення по системі.

В математичних моделях виробничої системи повинні бути подані основні елементи, за ефективністю функціонування яких можливо достовірно судити про стан всієї системи. Згідно з останніми дослідженнями достатньо адаптованими для вирішення вказаних задач є методи теорії зважених орієнтованих графів [2]. Їх використання дозволяє формалізувати загальну структуру виробничої системи у вигляді орієнтованого графа і описати поширення імпульсних впливів (негативних факторів, що ззовні впливають на систему), які спроможні зруйнувати систему [3].

Для всякого кінцевого графа можливо використовувати позначення $G = (V, E)$, де $V = \{v_i\}, i = \overline{1, n}$ – множина вершин, а $E = \{e = (v, u)\}$ – множина його ребер (див. рисунок).

Поширення впливу від одного елемента виробничої системи до іншого, на графі системи задається орієнтованим ребром - ребром з визначеними початком і кінцем. Орієнтоване ребро часто називають

дугою, а граф з дугами – орієнтованим графом [4]. Орієнтований граф структури виробничої системи, що моделюється, не буде мати петель (тобто дуг, кінець і початок яких збігається).



Приклад орієнтованого графа G_{ex} з одним контуром, який був утворений вершинами u_4, u_5, u_6

На орієнтованому графі $G = (V, E)$ системи для вершини $v_i \in V, i \in \{1, 2, \dots, n\}$ вагою $w_i(t) = P_{v_i}(t < T)$ є величина надійності елемента системи, що відповідає вершині v_i .

Надійністю елемента виробничої системи будемо вважати імовірність того, що елемент буде працездатний протягом часу T з моменту початку експлуатації. Але надійності елементів, які поставлені у відповідність визначеним вершинам графа системи, недостатньо для повного формального подання системи. Вплив при проходженні від одного елемента до іншого буде слабшати. Надійність елемента системи і частку зменшення впливу при переході між елементами можна одержати експериментально або при експертному аналізі.

Відповідно до описаного імпульсного впливу на орієнтованому графі, можна ввести різні критерії досягнення системою граничного стану. Наприклад, можна вважати, що система знаходиться в граничному стані, якщо надійність одного

або декількох найбільш значимих елементів системи нижче деякого припустимого рівня. Цей рівень будемо називати критичним рівнем надійності елемента. Уведений критерій чітко розділяє докритичний і закритичний стан елемента системи. Якщо надійність елемента нижче критичного рівня, то елемент не в змозі виконувати покладених на нього функцій або функціонувати необхідний час.

Подання виробничої системи у вигляді графа $G = (V, E)$ і формалізація зовнішнього впливу на систему як автономного імпульсного впливу визначає модель поширення вражаючих впливів по системі.

Розробка і подальше дослідження моделі необхідні для вирішення актуальної задачі - з'ясувати, як зовнішній вплив поширюється за структурою системи і впливає на якісний стан її елементів.

Висновки та перспективи подальших досліджень. Функціонування виробничої системи відбувається при постійній взаємодії елементів, що її утворюють (виробничих підрозділів,

робочих місць та ін.). Тому зовнішні впливи, які прямо вплинули на окремі елементи системи, вплинуть і на показники якісного стану елементів, що безпосередньо не перебували в стані взаємодії. Структурні зміни у виробничій системі можуть мати як позитивний характер, коли в системі з'являються нові елементи, що поліпшують процеси її функціонування, так і негативний характер, що у крайньому випадку можуть припинити роботу всієї системи.

Одним з варіантів вирішення поставленої задачі є розробка імовірно-детерміністичної моделі, що описує поширення зовнішніх впливів (недостатня кількість ресурсів на вході в систему, нечіткий керуючий вплив та ін.) серед елементів досліджуваної виробничої системи. Основу розроблюваної моделі складає формалізована структура виробничої системи у вигляді орієнтованого графа і різного зовнішнього впливу на систему у вигляді визначеного імпульсного впливу.

Список літератури

1. Корнилов, С.Н. Логистика ремонта железнодорожного подвижного состава [Текст] / С.Н. Корнилов. – Магнитогорск: МГТУ, 2005. – 182 с.
2. Кульба, В.В. Методы формирования сценариев развития социально-экономических систем [Текст] / В.В. Кульба, Д.А. Кононов, С.А. Косяченко, А.Н. Шубин. – М.: СИНТЕГ, 2004.
3. Кочкаров, А.А. Управление безопасностью и стойкостью сложных систем в условиях внешних воздействий [Текст] / А.А. Кочкаров, Г.Г. Малинецкий // Проблемы управления. – 2005. – № 5. – С. 70-76.
4. Малинецкий, Г.Г. Хаос. Структуры. Вычислительный эксперимент: Введение в синергетику. Сер. “Кибернетика: неограниченные возможности и возможные ограничения” [Текст] / Г.Г. Малинецкий. – М.: Наука, 1997.

Ключові слова: виробнича система, моделювання, надійність, ремонт вагонів, орієнтований граф.

Анотації

Стаття присвячена аналізу надійності сучасних виробничих систем з ремонту вагонів. Розглянуто основні фактори, що приводять до відмов виробничих систем. Пропонується моделювання функціонування виробництва на основі формалізованої структури у вигляді орієнтованого графа.

Статья посвящена анализу надежности современных производственных систем по ремонту вагонов. Рассмотрены основные факторы, приводящие к отказам производственных систем. Предлагается моделирование функционирования производства на основе формализованной структуры в виде ориентированного графа.

Article is devoted to the analysis of reliability of modern production systems on repair of cars. The major factors leading to refusals of production systems are considered. Modeling of functioning of production on the basis of the formalized structure in the form of the focused count is offered.