

## ІДЕНТИФІКАЦІЯ РИЗИКІВ ЗА ДОПОМОГОЮ FMEA-МЕТОДОЛОГІЇ ДЛЯ ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ ЯКОСТІ ТА НАДІЙНОСТІ ОБСЛУГОВУВАННЯ ПАСАЖИРСЬКИХ І ВАНТАЖНИХ ПЕРЕВЕЗЕНЬ НА ЗАЛІЗНИЧНОМУ ТРАНСПОРТІ

Ніколаєнко А. О., к. т. н.,  
асистент кафедри «Матеріали і технології виготовлення виробів транспортного призначення»,  
Нерубацький В. П.,  
аспірант кафедри «Системи електричної тяги»,  
Українська державна академія залізничного транспорту, м. Харків

Категорії «невизначеність» і «ризик» відіграють величезну роль у навколишньому світі та в економіці. Як невід'ємна складова умов господарської діяльності, невизначеність лежить в основі складних та важливих економічних явищ, пов'язаних із виробництвом продукції та наданням послуг на залізничному транспорті.

Різноманітність ситуацій і проблем, що виникають на локомотиво- та вагонобудівних підприємствах залізничного транспорту, породжує прагнення до позначення кожного джерела невизначеності своїм ризиком. При створенні та освоєнні нових високотехнологічних виробів, ризики можна розділити на технічні та комерційні (економічні).

До технічних відносять такі ризики: негативні результати науково-дослідних робіт; неотримання запланованих технічних параметрів продукції у ході реалізації проекту; випередження інноваціями технічного рівня і технологічних можливостей проектування, виробництва або експлуатації продукції. Технічні ризики оцінюються в основному експертно і можуть бути зменшені головним чином шляхом залучення до інноваційних технологій висококваліфікованих кадрів — спеціалістів з якості, провідних інженерів та конструкторів, наукових працівників.

До комерційних ризиків відносять: неправильний вибір економічних цілей проекту; незабезпечення проекту фінансуванням у належному об'ємі; неотримання запланованих термінів виконання проекту; невикористання закупівля сировини, матеріалів, комплектуючих; непередбачений заводом або депо рівень конкуренції на ринку; неотримання прав власності за проектом.

Комерційні ризики можна розділити на дві групи:

- фінансові ризики (неповернення кредиту; непередбачена зміна процентної ставки; неплатоспроможність покупців; зростання цін на сировину, матеріали, комплектуючі тощо);
- ризики, пов'язані безпосередньо з господарською діяльністю підприємства (зношеність устаткування; відсутність резерву потужностей; нестабільність якості сировини та матеріалів і тому подібне).

Надалі основну увагу буде приділено технічним ризикам, які зустрічаються на підприємствах залізничного транспорту.

**Загальний підхід до дослідження ризиків.** Перехід від планової економіки до ринкової і трансформація системи господарювання Укрзалізниці, що послідувала за цим, ініціювали значну кількість інвестиційних проектів та програм. Відсутність сформованої ринкової інфраструктури та необхідних знань, недостатній досвід роботи у сучасній економіці зумовили такі умови і середовище здійснення проектів, при яких різко зросли невизначеність та ризики їх реалізації.

**Ідентифікація ризикових подій.** Метою ідентифікації ризиків є встановлення переліку ризикових подій, які вже ви-

никли у ході реалізації аналізованих, завершених проектів. На етапі ідентифікації здійснюється збір та первинна обробка значного обсягу початкових даних. Головним результатом обробки є безліч ризикових подій, які надалі класифікуються та оцінюються. Ідентифікація ризиків фактично створює інформаційну базу для управління ризиками.

Для проведення ідентифікації ризиків важливо вибрати джерела інформації. За основні джерела ризиків зазвичай приймаються такі: планова документація (довідники, договірні документація); поточна документація (звіти, щоденники проекту, листування між учасниками проекту); результуюча документація (додаткові вимоги замовника, підсумкові звіти).

Для реєстрації ризиків може бути розроблений стандартизований формуляр, який включає такі позиції:

- повне найменування проекту;
- найменування виявленої ризикової події та її порядковий номер;
- елементи проекту, на яких відбулася ризикова подія;
- стадія життєвого циклу проекту, на якій відбулася ризикова подія;
- перелік можливих причин та наслідків ризикової події;
- посилання на документацію проекту.

Правильне ведення стандартизованого формуляра з описом кожної виявленої ризикової події дозволяє системно підійти до ідентифікації ризиків, встановити розмежування між ризиковими подіями щоб надалі виконати їх детальний аналіз.

**Класифікація ризикових подій.** Метою класифікації ризиків є встановлення причинно-наслідкових зв'язків ризикових подій, а також — взаємозв'язків ризикових подій зі стадіями життєвого циклу і структурним планом проекту.

Для ефективного керування ризиками необхідно знати, яка група ризикових подій є найбільш характерною для різних елементів проекту та у який момент кожна група ризикових подій закладається і виявляється у проекті. Виявлений взаємозв'язок між «деревом ризиків» і стадіями життєвого циклу проекту дозволяє визначити по кожній ризиковій події момент закладання та прояву цієї ризикової події в проекті.

**Оцінка ризикових подій.** Метою оцінки ризикових подій є їх ранжирування за вірогідністю настання та рівнем витрат, які можуть виникнути при їх настанні. В якості витрат можуть виступати дефекти, невідповідності, затримки часу та інше. Тому сьогодні підприємства залізничного транспор-



ту, зацікавлені в успіху на ринку, вдаються до вирішення питання, як організувати роботи з проектування так, щоб, поперше, вироби з самого початку випуску виходили якісними зі всіх точок зору (зручності користування, обслуговування, безвідмовності, технологічності тощо) і, по-друге, технологія виготовлення даної конструкції виробу або вузла також із самого початку була вдалою (без збоїв і неприємних наслідків для якості продукції, без втрат для підприємства).

Спираючись на досвід процвітаючих світових підприємств, який показує, що успішно вирішити проблеми розробки і постановки продукції на виробництво можна тільки силами групи міжфункціональної команди різнорідних фахівців, яка працює за спеціальною методикою [1, 2], в якості прикладу управління ризиками розглянемо методологію FMEA (failure modes and effects analysis — аналіз причин та наслідків відмов).

Методологію FMEA вперше було застосовано у 50-х роках минулого століття, коли US Navy вперше сформулювало вимоги до виконання аналізу відмов для систем управління польотами [3]. Потім ця методика використовувалася NASA у плані надійності місячної програми Apollo [North American Aviation, Space and Information System Division, SID-62-203-R-1, Apollo reliability Program Plan, 15 May 1963.]. У 1970-х її було «підхоплено» атомною промисловістю, важким машинобудуванням та розробниками програмного забезпечення [B.M. Tashjian, «The Failure Modes and Effects Analysis as a Design Tool For Nuclear Safety Systems» // IEEE PES Summer Meeting & Energy Resources Conference, 1974.]. У 1980-х — автовиробниками, загальним машинобудуванням і виробниками цивільної електроніки. До кінця XX століття методика FMEA застосовувалася у всіх виробничих галузях, включаючи нафтохімію, енергетику та медицину. Сьогодні у провідних корпораціях розвинених країн світу практично жоден технічний виріб не проектується без застосування методу FMEA. За оцінкою журналу «Quality Progress» сьогодні не менше 80% розробок технічних виробів та технологій їх виробництва проводиться із застосуванням FMEA-методології.

Даний вид функціонального аналізу використовується як у комбінації з функціонально-вартісним, функціонально-

фізичним аналізом, так і самостійно. Він дозволяє знизити витрати та зменшити ризик виникнення дефектів. FMEA-аналіз, на відміну від функціонально-вартісного, не аналізує прямо економічні показники, зокрема витрати на недостатньо високу якість, а дозволяє виявити саме ті дефекти, які обумовлюють найбільший ризик споживача, визначити їх потенційні причини і розробити корегуючі дії з їх усунення ще до того, як ці дефекти буде виявлено і, таким чином, попередити витрати на їх усунення.

Згідно з Аналізом стану безпеки руху поїздів на залізницях України за 2009 рік [Аналіз стану безпеки руху поїздів на залізницях України за 2009 рік // Державна адміністрація залізничного транспорту України. Головне управління вагонного господарства. — Київ, 2009.] значна кількість транспортних подій на залізниці допущена з вини вагоноремонтних підприємств Укрзалізниці. Так, наприклад, збільшення кількості транспортних подій допущено з вини вагонних депо Одеської залізниці — з 18 у 2008 році до 32 у 2009, Придніпровської — з 26 до 27 та ДП «Укрспецвагон» — з 2 до 8. На рис. 1 представлено основні несправності обладнання рухомого складу, які у 2009 році стали причинами транспортних подій на залізницях України.

З рис. 1 видно, що основними причинами транспортних подій на залізниці є несправність гальмівного обладнання та несправність буксового вузла. За останні роки рівень безпеки руху, безумовно, підвищувався, здебільшого — за рахунок збільшення грошових надходжень у галузь, проте на сьогодні ще не можна з повною упевненістю сказати, що тенденція числа браків та відмов, які призводять до транспортних подій, суттєво зменшується (див. рис. 2).

Організація безпеки руху вимагає нетрадиційних рішень у забезпеченні потреб залізниці, впровадженні технічних засобів контролю і приладів безпеки, проведенні профілактичної роботи. Тому не слід нехтувати досвідом всесвітньо відомих компаній, які вже багато років використовують у своєму виробництві методи FMEA.

Проведення FMEA повністю відповідає вимогам ISO 9001, відповідно до яких «організація повинна визначати дії в цілях усунення причин потенційних невідповідностей для попере-

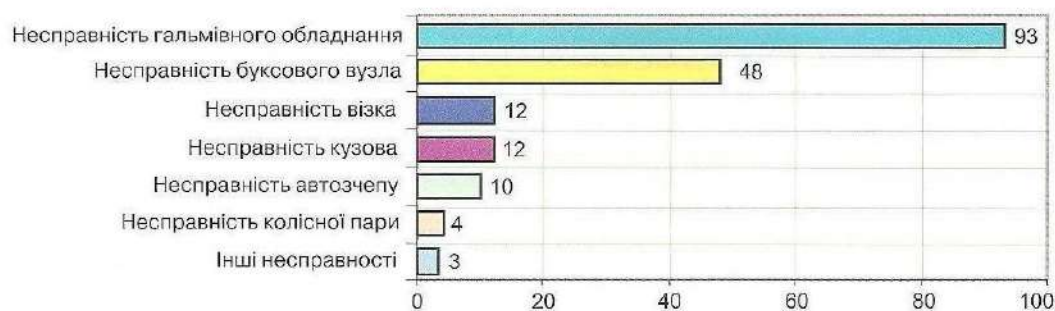


Рис. 1. Розподіл транспортних подій за видами несправностей

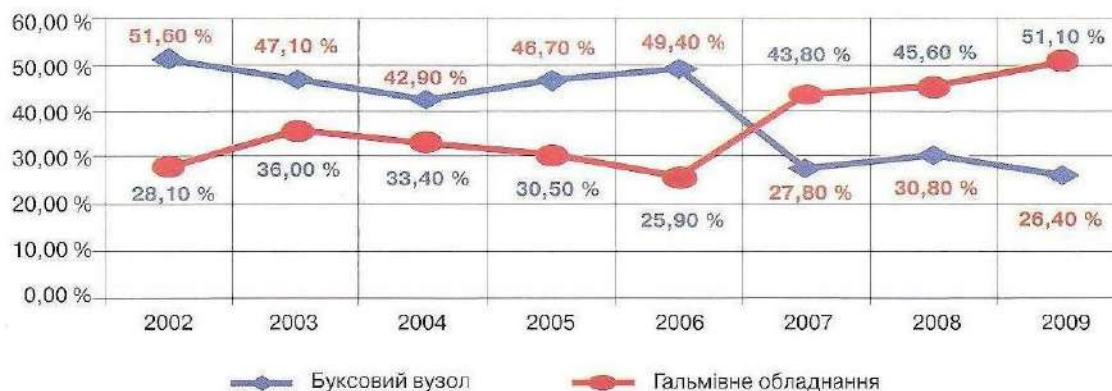


Рис. 2. Діаграма змін кількості транспортних подій через несправності буксових вузлів та гальмівного обладнання вагонів за 2002–2009 рр.



дження їх появи». А застосування FMEA у поєднанні з такими інструментами, як план управління (Control Plan) і статистичне управління процесами (SPC) дозволяє організувати системну діяльність з попередження невідповідностей.

Методологія FMEA застосовується, як правило, при створенні нових конструкцій та розробці технологічних процесів. При цьому систематично виявляються всі вірогідні відхилення; оцінюються їх наслідки для споживача; визначаються можливі причини відхилень; аналізуються заходи, передбачені специфікацією, і контроль процесу з погляду виявлення та попередження відхилень; оцінюються вірогідність появи, дії на споживача і можливість виявлення відхилення, на основі чого визначається пріоритетне число ризику; призначаються терміни заходів і відповідальні особи за їх виконання; оцінюється вірогідність появи та дії на споживача і можливість виявлення відхилень з урахуванням знов розроблених заходів.

Систематичне застосування FMEA пов'язане з певними витратами, які надалі окупаються завдяки таким перевагам:

- методичні вимоги системного і повного обліку потенційних проблем запобігають появі відхилень при створенні нових конструкцій та технологій;
- знижується вірогідність повторних або нових відхилень за рахунок цілеспрямованого аналізу всіх критичних невідповідностей;
- скорочуються витрати засобів і часу на подальші зміни виробів, а також підвищені витрати на випробування за рахунок запобігання відхиленням на стадії розробки і планування;
- статистичний облік ряду проблем дозволяє уникнути помилки або повторної роботи.

Залежно від постановки завдань розрізняють два типи об'єктів дослідження: конструкція (продукція) і процес (технологія), залежно від чого і розрізняють методи: FMEA-конструкція та FMEA-процес.

Відмінність між методами полягає у тому, як сприймаються можливі невідповідності у виробничому процесі. У першому випадку (FMEA-конструкція) можлива невідповідність (наприклад, відсутність отвору у вкладиші) оцінюється як причина відхилень (аварія двигуна). У другому випадку (FMEA-процес) ця невідповідність розглядається як відхилення процесу і аналізується причина збою (наприклад, поломка свердла).

Метод FMEA-конструкції слід застосовувати, починаючи з етапу проектування виробу і до впровадження його у виробництво, а також при вдосконаленні конструкції і при виникненні проблем з якістю. Для закупівельних деталей, за конструкцію яких постачальник несе повну або часткову відповідальність, останній повинен відповідати і за реалізацію методу FMEA-конструкції. При цьому він повинен погоджувати свої дії зі споживачем (замовником).

Метод FMEA-процесу необхідно застосовувати, починаючи з планування технологічного процесу, вибору необхідного контрольного та випробувального устаткування, і закінчувати на етапі, що передує монтажу серійного технологічного устаткування. Метою FMEA-процесу є аналіз проектного процесу виготовлення або збирання, яке покликане гарантувати виконання вимог з якості.

**Складання карти FMEA-аналізу впливу потенційно можливих відхилень.** Для проведення аналізу при розробці конструкцій і технологічних процесів рекомендується застосовувати єдину форму карти FMEA.

FMEA-аналіз дозволяє провести об'єктивну оцінку проектних вимог і альтернативних проектів; врахувати у проекті вимоги, пов'язані з особливостями монтажу або збірки виробу; підвищити у ході процесу проектування вірогідність виявлення потенційних причин відмови виробу; сформувати список потенційних дефектів за ступенем їх значущості для замовника; використовувати надалі результати аналізу для удосконалення проекту. Як і інші методи функціонального аналізу, FMEA-аналіз включає два основні етапи: етап побудови компонентної, структурної, функціональної та потокової моделей об'єкта аналізу та етап дослідження моделей.

На другому етапі визначаються:

- потенційні дефекти для кожного з елементів моделі об'єкта. Такі дефекти зазвичай пов'язані або з відмовою функціонального елемента (руйнування, поломка), або з неправильним виконанням елементом його корисних функцій;
  - потенційні причини дефектів. Для їх виявлення можуть бути використані діаграми Ісікави, які будуються для кожної з функцій об'єкта, що пов'язані з появою дефекту;
  - потенційні наслідки дефектів для споживачів, оскільки кожен з даних дефектів може викликати ланцюжок відмов у роботі об'єкта. Під час аналізу наслідків використовуються структурна і потокова моделі об'єкта;
  - можливість контролю появи дефектів. У процесі дослідження визначається, чи може дефект бути виявлений до настання наслідків у результаті передбачених в об'єкті заходів з контролю, діагностики, самодіагностики;
  - параметр (E) тяжкості наслідків для споживача. Це — експертна оцінка, що проставляється за 10-бальною шкалою. Найвищий бал виставляється для випадків, у яких наслідки дефекту підлягають юридичній відповідальності;
  - параметр (A) частоти виникнення дефекту. Це також експертна оцінка, що проставляється за 10-бальною шкалою. Найвищий бал виставляється, коли оцінка частоти виникнення дефекту складає 25 % і вище;
  - параметр (B) вірогідності виявлення дефекту. Як і попередні параметри, він є 10-бальною експертною оцінкою, яка відповідає наявності прихованих дефектів, що не можуть бути виявлені до настання наслідків;
  - параметр (PRZ) ризику споживача. Він визначається як добуток значень параметрів A, B і E. Дефекти з найбільшим параметром ризику (PRZ ≥ 125) підлягають усуненню в першу чергу. При PRZ ≤ 60 корегуючі заходи, як правило, не розробляються. FMEA-аналіз зазвичай проводиться у режимі «мозкового штурму» командою фахівців.
- Технологія роботи FMEA-команди полягає в наступному:
- утворення команди і вибір провідного гравця;
  - складання переліку потенційно можливих дефектів (відмов, відхилень) у даному об'єкті;
  - для кожного дефекту зі складеного списку робиться «крок праворуч» (наслідки даного дефекту; якщо їх багато — вибирають найважчий) і «крок ліворуч» (причини, що приводять до виникнення дефекту). Усі причини повинні

Приклад заповнення карти FMEA-аналізу об'єкта

Таблиця 1

Вузол	Потенційний дефект	Потенційні причини	Потенційні наслідки	Вид контролю	B	A	E	PRZ
Візок	Тріщина похилої поверхні надресорної балки з внутрішнього боку	Неякісно виконана дефектоскопія надресорної балки при проведенні деповського ремонту вагона	Позаплановий ремонт візка вагона	Діагностика	2	4	5	40
Буксовий вузол	Нагрів букси	Злам перемички та основи поліамідного сепаратора заднього підшипника	Відчеплення вагона	Діагностика	8	3	6	144



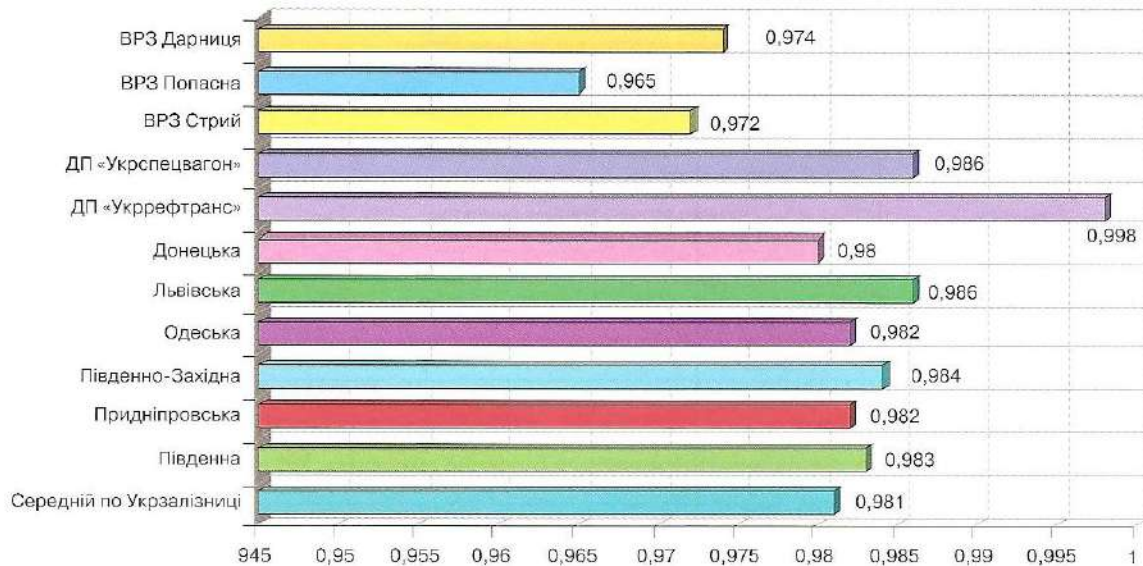


Рис. 3. Якість ремонту вагонів у вагонному господарстві Укрзалізниці у 2009 році

бути розглянуті окремо і для кожної повинна бути виставлена оцінка частоти виникнення;

- розглядається передбачувана технологія виготовлення даного виробу та виставляється оцінка за наведеними вище параметрами.

Результати FMEA-аналізу заносяться до табл. 1.

Корегуючі заходи за наслідками аналізу доцільно видавати у такій послідовності:

- виключити причину виникнення дефекта, тобто в результаті зміни конструкції об'єкта зменшити можливість виникнення дефекту (зменшити параметр А);
- перешкодити виникненню дефекту, тобто за рахунок статистичного регулювання зашкодити виникненню дефекту (зменшити параметр А);
- знизити вплив дефекту (зменшити параметр Е);
- полегшити та підвищити достовірність виявлення дефекту (зменшити параметр В).

Що стосується корегуючих дій за прикладом, який наведено в табл. 1, можна відзначити, що в першу чергу необхідно прийняти заходи щодо усунення потенційних причин виникнення дефекту «Нагрів букси», враховуючи, що величина параметра ризику споживача (PRZ) вища, ніж 125 балів.

За ступенем впливу на підвищення якості продукції або процесу корегуючі заходи розташовуються у такому порядку:

- змінити структуру об'єкта;
- змінити процес функціонування об'єкта;
- поліпшити систему управління якістю.

Застосовуючи FMEA-аналіз, при проведенні FMEA-ремонтів слід виходити з наступних положень:

- устаткування, що використовується, відповідає вимогам та цілям процесу;
- для кожного виду продукції застосовується свій набір інструментів і пристосувань, контроль їх стану проводиться у ході застосування;
- наслідки виходу з ладу інструмента та устаткування серйозно різняться за тяжкістю наслідків.

Статистику якості ремонту вагонів у вагонному господарстві Укрзалізниці за 2009 рік наведено на рис. 3. При реалізації FMEA-ремонтів керівництво підприємства повинне розуміти, що проведення відповідних заходів щодо підтримки у робочому стані устаткування та технологічного оснащення є не самоціль, а засіб досягнення стійкого ефективного виробництва конкурентоздатної продукції.

Таблиця 2

## Рейтинг тяжкості наслідків

Рейтинг	Тяжкість наслідків	Критерії	Вплив на виробництво
10	Катастрофічна дія	Відмова, що викликає раптову втрату безпеки. Невідповідність нормативним вимогам	-
9	Дуже серйозний вплив	Відмова, що викликає поступову втрату безпеки. Невідповідність нормативним вимогам	-
8	Граничний допустимий вплив	Устаткування безпечно, але не працює. Втрата основних функцій	Простій більше 8 годин
7	Великий вплив	Устаткування безпечно і працює, але неповною мірою	Простій більше 4 годин
6	Значний вплив	Устаткування працює і безпечно, але деякі пристрої, що визначають зручність роботи, не функціонують	Простій 1–4 години
5	Відчутний вплив	Устаткування працює і безпечно, але деякі пристрої функціонують неповною мірою	Простій 0,5–1 година
4	Незначний вплив	Устаткування працює і безпечно при серйозному підстроюванні	Простій менше 30 хвилин без втрати продукції
3	Слабкий вплив	Устаткування працює і безпечно при невеликому підстроюванні	Процес вимагає регулювання
2	Дуже слабкий вплив	Устаткування працює і безпечно при незначному підстроюванні	Процес знаходиться під контролем, але потрібне деяке регулювання
1	Вплив відсутній	Впливу немає	Процес знаходиться під контролем



Таблиця 3

Рейтинг частоти виникнення відмов

Рейтинг	Частота виникнення	Інтервал між відмовами, години	Критерії
10	Майже завжди	Менше 2 В	Відмова виникає практично завжди. Відмова виникає й раніше на іншому аналогічному устаткуванні
9	Дуже висока	2–10	Можливе дуже велике число відмов
8	Висока	11–100	Можливе велике число відмов
7	Достатньо висока	101–400	Достатньо велике число відмов
6	Середня вірогідність	401–1000	Можливе середнє число відмов
5	Низька вірогідність	1001–2000	Можливі випадкові відмови
4	Рідко	2001–3000	Можливі рідкісні відмови
3	Дуже рідко	3001–5000	Можливі одиничні відмови
2	Одиничні випадки	5001–6000	Відмови можливі, але дуже рідко
1	Майже ніколи не виникають	6001–10000	Відмови не вірогідні

Цілі планово-запобіжного обслуговування устаткування можуть бути короткостроковими і довгостроковими. Короткострокова мета — зниження затримок при постачанні продукції. Довгострокові цілі: зменшення вартості ремонту за рахунок скорочення аварійних наднормових робіт і термінової доставки запасних деталей, збільшення середнього часу між відмовами у роботі, скорочення часу простою локомотивів і вагонів. Карти FMEA-аналізу процесів та ремонтів не відрізняються за формою, хоча за змістом мають істотні відмінності.

Тяжкість наслідків відмови при ремонті в похідною від часу простою: чим більше час простою локомотива чи вагона, викликаний поломкою, тим вище рейтинг тяжкості наслідків (табл. 2).

При оцінці часу простою локомотива чи вагона слід враховувати:

- доступність запасних деталей, тобто скільки часу знадобиться від моменту замовлення деталі до моменту її постачання;
- тривалість транспортування, тобто час, що пройшов з моменту, коли деталь вважається доступною;
- час установки, тобто період між моментом доставки деталі та часом її установки.

Рейтинг частоти виникнення відмов визначається, як правило, на підставі досвіду роботи з виявлення аналогічних причин відмов устаткування. При цьому, не слід змішувати частоту відмов і поломки при різних причинах відмови. Кожен виробник повинен сформулювати власні підходи до оцінки частоти відмови на основі внутрішніх критеріїв. У табл. 3 і 4 відповідно відображено рейтинги частоти виникнення відмов та вірогідності їх виявлення.

Вірогідність виявлення відмов — це здатність прогнозувати вірогідність поломки. Деякі поломки відбуваються раптово, тоді як інші можна передбачити за характерними ознаками, такими як знос, скрип, вібрації тощо. При оцінці вірогідності виявлення важливим критерієм є тривалість цього застережливого періоду.

Необхідно відзначити, що на багатьох українських підприємствах при плануванні випуску продукції у планах з якості приймається, що продукція виготовляється на устаткуванні, яке знаходиться у функціонально справному стані. Завдання полягає в тому, щоб знайти прийнятний рівень експлуатації устаткування, при якому сумарні втрати від неякісних процесів виготовлення за рахунок устаткування та затрати на його ремонт будуть мінімальними.

Розрахунок ризиків відмови устаткування надзвичайно актуальний для українських підприємств, у тому числі і для підприємств залізничної галузі, враховуючи крайній застарілий стан технологічного устаткування.

При проведенні аналізу критичності технологічних процесів значний ризик може представляти втрата точності технологічної системи з конкретних операцій процесу. Для аналізу точності (або варіабельності) технологічної системи зіставляється поле розсіяння параметра об'єкта виготовлення з полем допуску, встановленим на параметр якості. У разі нормального розподілу параметра якості величина його поля розсіяння дорівнює  $6\sigma$  ( $\sigma$  — середнє квадратичне відхилення). Для характеристики точності технологічної системи застосовується наступний показник — індекс відтворюваності  $C_p$ , під яким розуміють відношення

Таблиця 4

Рейтинг вірогідності виникнення відмови

Рейтинг	Вірогідність виявлення	Критерії
10	Практично не виявляється	Планово-попереджувальне обслуговування (ППО) не дозволяє виявити потенційні причини відмови
9	Дуже рідко виявляється	Майже немає шансів, що ППО дозволить виявити причини відмови
8	Рідко виявляється	Надзвичайно малі шанси виявлення під час ППО причин відмови
7	Дуже мала вірогідність	Дуже малі шанси виявлення під час ППО
6	Мала вірогідність	Малі шанси виявлення під час ППО
5	Помірна вірогідність	Помірні шанси виявлення під час ППО
4	Середня вірогідність	Середні шанси виявлення відмови під час ППО
3	Висока вірогідність	Великі шанси виявлення під час ППО
2	Дуже висока вірогідність	Дуже великі шанси виявлення відмови під час ППО
1	Практично завжди виявляється відмова	ППО дозволяє практично завжди виявити потенційні причини відмови



Таблица 5

## Значення індексів відтворюваності та забезпечувані ними рівні дефектності

$C_p$	2	1,67	1,33	1,00	0,83	0,71	0,63	0,56
$\delta$ , %	2 PPM	6 PPM	63 PPM	0,27	1,3	3,3	4,9	9,3

Таблица 6

## Значення характеристик ризику

Частота відхилень	Рейтинг А	Вірогідність виявлення	Рейтинг В	Тяжкість наслідків	Критерій, $\delta$ , %	Рейтинг Е
Дуже рідка	1	Дуже висока	1–2	Не впливає	1,67	1
Достатньо низька	2–4	Висока	3–4	Слабка	1,33	2–3
Можливі порушення	5–6	Помірна	5–7	Відчутна	1,00	3–5
Достатньо висока	7–8	Низька	8–9	Велика	0,83	6–8
Дуже часто	9–10	Не можна виявити	10	Серйозна	0,63	9–10

допуску  $T$  на аналізований параметр до поля розсіяння параметра  $\omega$  [2].

Чим більше величина  $C_p$ , тим менше рівень дефектності  $\delta$ , що забезпечується вказаною технологічною системою. У табл. 5 занесено значення  $C_p$  та забезпечувані ними рівні дефектності  $\delta$  (у табл. PPM вказано дефектність на мільйон одиниць продукції).

Критичність технологічної системи визначається параметром ризику PRZ за тими ж співвідношеннями, що і для FMEA-конструкції. Інтерес у цьому випадку представляють характеристики вірогідності виявлення відхилення від заданої точності технологічної системи, частоти відхилень та тяжкості наслідків у результаті відхилення.

У табл. 6 наведено рейтинги параметрів А, В і Е відповідно.

Аналіз критичності операції починається з розподілу технологічного процесу на окремі операції. Потім аналізуються можливі небезпеки у результаті потенційних порушень операції. Подальший розрахунок критичності проводять для тих операцій, які визнані найбільш значущими для безпеки процесу.

Таким чином, ключовими моментами для успішної реалізації стратегії якості транспортного обслуговування на залізницях України є системоутворюючі принципи якості, направлені на бізнес, послуги та технологічні процеси. З іншого боку, зрозуміло, що в даний час в умовах несприятливого зовнішнього середовища слід провести ще немало роботи, особливо з поліпшення якості управління та виконання технологічних процесів. Необхідно шукати нові методи забезпечення якості на залізничному транспорті, на ринку транспортних послуг України, серед яких можна виділити:

- вдосконалення менеджменту якості на транспорті, що дозволить підвищити швидкість реакції на зміни, знизити витрати, розвинути людський потенціал, розробляти та освоювати нові види транспортних послуг для більшої задоволеності споживачів;

- освоєння та впровадження ефективних методів для поліпшення якості транспортного обслуговування, що можливе лише через вибудовування ланцюжка «очікування споживача — політика підприємства — завдання — планування якості», впровадження методів управління якістю, використання контрольних карт, застосування методу FMEA;

- освоєння ефективних методів для поліпшення бізнесу (впровадження бенчмаркінгу, розподіл функцій якості).

На жаль, на завершення доводиться констатувати, що на локомотиво- і вагоноремонтних заводах та в депо і досі існують проблеми з якістю робіт, тому колективам та керівникам цих підприємств потрібно докласти максимум зусиль, щоб впоратися з недоліками та підвищити рівень виконання ремонту залізничної техніки.

## ЛІТЕРАТУРА

1. *Анализ видов и последствий потенциальных отказов. FMEA: Справочное руководство. Крайслер корпорэйшн, Форд Мотор компани, Дженерал Моторс корпорэйшн: Пер. с англ. — Н. Новгород: АО «НИИЦ КД», СМЦ «Приоритет», 1997. — 67 с.*
2. *Розно М. И. Как научиться смотреть вперед? Внедрение FMEA-методологии // Методы менеджмента качества. — 2000. — № 6. — С. 25–28.*
3. *Bureau of Naval Weapons, Department of the Navy, MIL-F-18372(Aer), General Specification for Design, Installation and Test of Aircraft Flight Control Systems, 31 March 1955. [8]*



## ПЕРЕВОЗКА ГРУЗОВ ПО ДОНЕЦКОЙ ЖЕЛЕЗНОЙ ДОРОГЕ ИМЕЕТ ТЕНДЕНЦИЮ К УВЕЛИЧЕНИЮ

За семь месяцев 2010 г. железная дорога погрузила 79,554 млн т грузов, что составляет 40,1% от общих объемов Укрзализныци. Это 103,6% к плану и 108,9% к аналогичному периоду 2009 г.

Традиционно основным видом груза, который перевозит Донецкая железная дорога, является уголь. В течение 7 месяцев погружено 44,857 млн т, что составляет 56,3% от общих объемов перевозок по Донецкой железной дороге.

Кроме этого, одними из основных грузов за этот период были черные металлы — 8523 тыс. т, флюсы — 7487 тыс. т, кокс — 4915 тыс. т, нефтепродукты — 2315 тыс. т, строительные материалы — 2276 тыс. т и т. д.

Донецкая железная дорога в полном объеме выполняет заявки грузоотправителей и своевременно предоставляет подвижной состав, а также готова к повышению объемов перевозок. Для этого существует необходимое количество грузовых вагонов.

Грузооборот с начала года составил 21104,8 млн тонн/км. Это 115,1% к плану и 113,4% к прошлому году.

По материалам электронных СМИ