

УДК 669.1

О.В. ЦИМБАЛЮК, старший викладач
Національної металургійної академії України

МЕТОДИЧНІ АСПЕКТИ ОЦІНКИ ТЕХНІЧНИХ РИЗИКІВ У ЧОРНІЙ МЕТАЛУРГІЇ

Обґрунтовано необхідність розширеного трактування технічного ризику, що, окрім пошкодження, поломки, виходу з ладу машин, обладнання, механізмів і установок, які призводять до втрат, потребує також розглядання причин та економічних наслідків цих подій. Запропоновано класифікацію методів дослідження технічного ризику, яка дозволить впорядкувати вибір методів, які доцільно використовувати на різних етапах управління ризиками для вирішення конкретних завдань, що є важливим при розробці експертно-аналітичної системи моніторингу технічних ризиків у сучасних інформаційних системах. Наведено рекомендований перелік методів за сферами застосування і етапами моніторингу технічних ризиків.

Ключові слова: *технічний ризик, оцінка, економічні наслідки, експертно-аналітична система моніторингу.*

Вступ. Аналіз наукових публікацій з проблеми прийняття рішень в умовах невизначеності показав, що у більшості наукових праць широко розглядаються теоретичні питання аналізу господарського ризику в цілому, а також конкретних ризиків: банківських, комерційних, валютних, кредитних, фінансових, стратегічних, політичних та ін. Розроблено спеціальні математичні методи і моделі, що призначені для оцінки імовірності настання несприятливих подій ризикованого характеру в економіці [1; 2].

Однак залишається ряд невирішених питань, включаючи розробку конкретних прийомів управління технічними ризиками та їх економічними наслідками на підприємствах чорної металургії, відсутність комплексних методик оцінки можливості настання несприятливих подій та їх економічних наслідків.

Постановка проблеми. Удосконалення економічних аспектів дослідження технічних ризиків обумовлено зростанням аварійних збоїв і техногенних катастроф і, як наслідок, серйозних економічних втрат, що вимагає створення єдиної методології виявлення ризикових подій і

прогнозування можливих збитків, а також розробки превентивних заходів з їх мінімізації. Тому виникає необхідність систематизувати методи, що використовуються для оцінки ризиків, визначити методи, які доцільно використовувати для дослідження технічних ризиків у чорній металургії.

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Технічні ризики досліджують, як правило, фахівці технічного профілю при проектуванні та експлуатації обладнання. В основному під технічними ризиками розуміють імовірність відмови технічних пристроїв з наслідками певного рівня за певний період функціонування виробничого підприємства [1; 2]. Відсутнє чітке розмежування понять «технічний» і «техногенний» ризик. Так, техногенний ризик визначається як комплексний показник надійності техносфери. Він виражає ймовірність аварії або катастрофи при експлуатації машин, механізмів, реалізації технологічних процесів, будівництва та експлуатації будівель і споруд [3]. Тобто маються на увазі події, що призводять до великих прямих та непрямих збитків. Науковці, розробляючи моделі та мето-

ди оцінки ймовірності відмови виробничого обладнання, не приділяють достатньо уваги прогнозу економічних наслідків цих подій. Також економічні наслідки технічних ризиків, прогноз розмірів збитку, обґрунтування управлінських рішень, спрямованих на запобігання або зниження втрат, що обумовлені технічними ризиками, недостатньо розроблені і з позицій менеджменту.

Виклад основного матеріалу дослідження. Металургія була і залишається провідною галуззю промисловості України. Гірничо-металургійний комплекс (ГМК) є базовою галуззю економіки України, оскільки забезпечує понад 25% промислового виробництва і близько 34% загального експорту товарів. Сучасний стан галузі, незважаючи на значні інвестиції в її розвиток, останні декілька років продовжує характеризуватися відсталою структурою виробництва. У структурі металопродукції, що випускається, висока частка напівфабрикатів, катанки і арматурної сталі, тобто продукції з низькою доданою вартістю. Відбувається старіння основних виробничих фондів, і, за різними оцінками, їх знос складає близько 70%.

Оскільки ГМК України багато років експлуатувався на знос, сьогоdnішній його стан характеризується: структурною недосконалістю і технологічним відставанням підприємств; наявністю гострої необхідності проведення їх модернізації і реконструкції, розширення асортименту продукції, підвищення її якості; стійким старінням основних виробничих фондів; неефективним використанням сировинних і паливно-енергетичних ресурсів, питомі витрати яких набагато перевищують аналогічні показники розвинутих країн; низькими обсягами виробництва, що викликають збільшення всіх питомих витрат; недосконалим асортиментом металопродукції.

Враховуючи високий ступінь зносу основного і допоміжного обладнання підприємств ЧМ, традиційне управління ризиками не може бути реалізоване без детального аналізу надійності роботи об-

ладнання і оцінки економічних наслідків технічних ризиків.

Розширене трактування технічного ризику, окрім пошкодження, поломки, виходу з ладу машин, обладнання, механізмів і установок, які призводять до втрат, потребує також розглядання причин та економічних наслідків цих подій.

Технічний ризик – це ймовірність відмови об'єкта технічного ризику, тобто обладнання, транспортних засобів, пристроїв, обчислювальної техніки, засобів зв'язку, а також пошкодження або руйнування виробничих будівель, споруд та передаточних пристроїв, що може призвести до негативних економічних наслідків у формі прямих та непрямих збитків (матеріальних, трудових, фінансових) виробника, встановлення розміру яких не суперечить законодавству України.

Моніторинг технічного ризику є інструментом визначення ризикової ситуації за минулий період або в цей час з метою прогнозування подальшого розвитку, прийняття обґрунтованих управлінських рішень та заходів щодо усунення небажаних факторів і наслідків.

Аналіз технічних ризиків, поширений на промислових підприємствах і проектних організаціях, регламентується нормативними документами [4; 5; 6] і переважно виконується фахівцями технічного профілю. Результати цього аналізу обмежені оцінкою показників надійності.

Практична значущість дослідження ризиків підвищується при використанні проведення в єдиному комплексі як технічного, так і виробничого управлінського аналізу. Питання технічного й управлінського аналізу взаємозалежні при обґрунтуванні бізнес-планів, при контролі за їх реалізацією, у системі управління виробництвом в умовах невизначеності для вирішення тактичних і стратегічних завдань, які пов'язані з прогнозами можливих втрат і розробкою заходів щодо їх мінімізації.

Різноманіття методів, що застосовуються, потребують їх класифікації як на стадії прогнозування, так і на стадії врегулювання збитків внаслідок відмов об-

ладнання. Найбільш поширеним підходом до класифікації є поділ усіх методів на дві групи: якісні та кількісні. У той же час розвиток математичної методології та програмного забезпечення, що використовуються при прийнятті управлінських рішень, постійно ускладнюється, і віднесення будь-якого із сучасних методів до однієї з вказаних груп у чистому вигляді стає неможливим. Кожна з наведених груп може містити комбінацію як кількісних, так і якісних процедур аналізу.

У запропонованій автором класифікації методів дослідження технічного ризику за ознаку першого рівня береться складність об'єкта оцінки, тобто можливість або неможливість його деталізації, що відіграє важливу роль при дослідженні технічних ризиків. За цією ознакою методи можна поділити на дві групи (рис. 1): сумарні (досвідно-статистичні) й аналітичні.

Сумарний (досвідно-статистичний) метод передбачає оцінку технічного ризику за об'єктом у цілому. Існують такі різновиди цього методу: досвідний, статистичний, графічний, рейтинговий. Сумарний метод передбачає встановлення оцінки ризику за одиничним об'єктом (верстат, агрегат, машина) у цілому за даними, які одержані з внутрішньої звітності, статистичних довідників, відомостей про аналогічні об'єкти, думок фахівців або експертів.

Аналітичний метод базується на розчленуванні об'єкта на складові елементи, детальному вивченні факторів і ситуацій ризику, які впливають на настання ризикової події та на розмір можливих втрат, і пошуку шляхів їх мінімізації. Кількісна та якісна оцінки ризиків можуть використовуватись окремо або разом залежно від наявного часу та бюджету, необхідності в тій чи іншій оцінці.

Основною групою аналітичних методів аналізу є стандартний статистичний метод. Він містить стандартні процедури, реалізовані в популярних комп'ютерних програмах, для звичайних користувачів і застосовує математичний інструментарій теорії ймовірностей. Головними інструментами цього методу виступають: ймовірність появи випадкової величини, математичне сподівання, дисперсія, середньоквадратичне відхилення, коефіцієнт варіації, розподіл ймовірності.

Для вивчення зв'язків між економічними показниками і факторами використовуються різноманітні математично-статистичні методи: кореляційний, регресійний, дисперсійний, факторний, коваріаційний, кластерний аналіз, метод головних компонентів, виробнича функція, матричні методи та ін.; методи економічної кібернетики й оптимального програмування: методи системного аналізу, машинної імітації, лінійне програмування, нелінійне програмування, динамічне

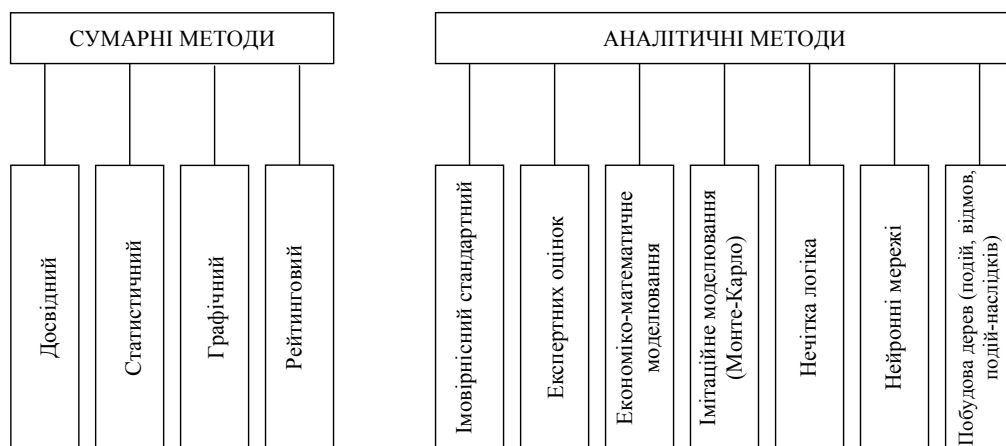


Рис. 1. Методи дослідження технічних ризиків

програмування, опукле програмування та ін.; методи дослідження операцій і теорії прийняття рішень: методи теорії графів, метод дерев, методи байєсівського аналізу, теорія ігор, теорія масового обслуговування, методи сіткового планування й управління.

Не всі з перелічених методів можуть знайти безпосереднє застосування в рамках аналізу технічних ризиків, оскільки основні результати адекватного прогнозування економічних наслідків можуть бути досягнуті за допомогою спеціальних фінансових інструментів, проте деякі їхні елементи вже використовуються.

Слід зазначити, що вибір методу залежить від потреб аналітика, наявності інформації і мети аналізу, які суттєво відрізняються за етапами управління ризиком (ідентифікація ризику, оцінка імовірності події, прогноз розміру втрат, моделювання зв'язку відхилення техніко-економічних показників з факторами ризику).

Поряд з кількісними методами аналізу при прийнятті управлінських рішень щодо мінімізації втрат доводиться використовувати евристичні методи, вербальну інформацію, експертні оцінки фахівців, інтуїтивні припущення. З проблемою кількісної обробки неформалізованої інформації, оцінки її надійності, валідності й релевантності доводиться зіштовхуватися в практиці на всіх рівнях управління.

Особливістю евристичних методів і моделей є відсутність строгих математичних доказів оптимальності отриманих рішень. Загальною спрямованістю цих процедур є використання людини як «вимірювального приладу» для одержання кількісних оцінок процесів і суджень, які через неповноту й невірогідність наявної інформації не піддаються безпосередньому вимірюванню. Прикладами традиційних евристичних процедур є різні експертизи, консиліуми, наради тощо, результатом яких є експертні оцінки стану об'єкта дослідження. Сутність цих методів широко описана в літературі [7; 8].

Основними цілями використання індивідуальних експертних оцінок є:

- прогнозування ходу розвитку подій і явищ у майбутньому, а також оцінка їх у сьогодні;

- аналіз і узагальнення результатів оцінювання, проведеного експертами;

- складання сценаріїв дій;

- надання рекомендацій фахівцям (рецензії, відгуки, експертизи тощо).

Розглянуті методи використовують інформацію минулих періодів. Але інформація минулих періодів не завжди враховує майбутні зміни зовнішнього середовища, що впливають на об'єкт управління, а це призводить до помилок у прогнозній моделі поведінки об'єкта. Крім того, недостатність інформації, її низька якість, суб'єктивізм експертних думок може призвести до помилок при прийнятті управлінських рішень.

Додаткову можливість при оцінці ризику створює метод імітаційного моделювання Монте-Карло. При використанні цього методу результат аналізу технічного ризику виражається не якимось єдиним значенням показника, а у вигляді імовірнісного розподілу усіх його можливих значень.

У загальному випадку метод імітаційного моделювання Монте-Карло є сукупністю процедур, за допомогою яких прогнозна математична модель показника, що визначається, піддається ряду імітаційних прогонів. Процес імітації здійснюється так, щоб випадковий вибір значень з певних імовірнісних розподілів не порушував існування відомих або передбачуваних кореляційних зв'язків серед змінних. Результати імітації збираються і аналізуються статистично з тим, щоб оцінити міру ризику. Для практичного здійснення імітаційного моделювання можна використовувати пакет «Risk Master» або «Crystal Ball» (Гарвардський університет).

Для моделювання економічних наслідків технічних ризиків доцільно застосовувати теорію нечітких множин та апарат нечіткої логіки [9]. Нечітка логіка сьогодні є одним з найбільш перспективних напрямів наукових досліджень у сфері моделювання економічних явищ і про-

цесів. Спектр можливих застосувань цієї теорії широкий – від оцінки ефективності інвестицій до кадрових рішень і заміни обладнання в умовах невизначеності [10].

Для математичної формалізації нечіткої інформації при побудові математичних моделей вводять поняття нечіткої множини, в основі якого лежить уявлення про те, що елементи, які утворюють цю множину, мають спільну властивість, яка може проявлятися різною мірою, що виражається в різному ступені належності цій множині. Математичний опис нечіткої множини зводиться до характеристики ступеня приналежності елемента множині числом з інтервалу від 0 до 1. Наприклад, вибір претендентів, експертів, формування резервів на заміщення вакантних посад, вибір партнерів по бізнесу (банки, страхові компанії тощо). Метод нечіткого логічного висновку – це зручний механізм вирішення завдань прийняття рішень, який забезпечує прозорість алгоритму прийняття рішень, легкість його коригування, дозволяє враховувати кількісні значення та якісні характеристики моделюючих систем.

Особливу групу методів оцінки технічного ризику утворюють графічні методи оцінки ймовірності настання несприятливих подій [11]: метод «Побудова дерев подій»; метод «Події-наслідки», ме-

тод «Дерево відмов», метод індексів небезпеки, які дозволяють графічно подати весь ланцюг небезпечних подій та їх наслідків [12, с. 71].

Одним з перспективних сучасних методів оцінки є технологія «нейронних мереж». Властивістю нейронних мереж є здатність до самонавчання з метою поліпшення якості функціонування, що досягається за допомогою алгоритмів, які навчають і визначають, яким чином мають змінюватися зв'язки у відповідь на входну дію.

У практичній діяльності все частіше використовується комбінування як різних методів, так і їх окремих елементів, що ускладнює диференціацію методів за будь-якими ознаками. Наприклад, використання матриці «імовірність – втрати», яка об'єднує статистичний, графічний та метод експертних оцінок.

Розроблена класифікація дозволить впорядкувати вибір методів, які доцільно використовувати на різних етапах управління ризиками для вирішення конкретних завдань, що є важливим при розробці експертно-аналітичної системи моніторингу технічних ризиків у сучасних інформаційних системах. Рекомендований перелік методів за сферами застосування і етапами моніторингу технічних ризиків наведено в табл. 1.

Таблиця 1

Рекомендований перелік методів за сферами застосування і етапами моніторингу технічних ризиків

Сфера оцінки	Етап (блок)	Група методів (метод, спосіб, прийом)
Прогнозування ризиків подій та економічних наслідків	Розрахунок показників за одиничним об'єктом	Сумарний. Імовірнісний стандартний. Експертних оцінок
	Горизонтальна та вертикальна згортка одиничних показників	Економіко-математичне моделювання. Нечітка логіка
	Моделювання планових економічних показників з урахуванням технічного ризику	Досвідний. Графічний. Імовірнісний стандартний. Експертні оцінки. Кореляційно-регресійний аналіз. Математичне програмування. Виробничі функції. Матричний
	Обґрунтування превентивних заходів	Досвідний. Експертні оцінки.

Сфера оцінки	Етап (блок)	Група методів (метод, спосіб, прийом)
		Імітаційне моделювання. Побудова дерев (подій, відмов, подій-наслідків). Теорія ігор. Теорія масового обслуговування. Нечітка логіка
Врегулювання збитків	Розслідування ризикового випадку	Досвідний.
	Аналіз прямих збитків	Організаційно-розпорядничий.
	Аналіз непрямих збитків	Експертних оцінок.
	Фінансова оцінка загальних втрат	Економіко-математичне моделювання
	Аналіз звітних фінансово-економічних показників	Статистичний. Графічний. Рейтинговий. Економіко-математичне моделювання. Імітаційне моделювання (Монте-Карло). Нечітка логіка. Нейронні мережі

Висновок. Визначення оцінок технічних ризиків має ґрунтуватися на результатах контролю технічного стану об'єктів, статистичних даних про поломки і аварії, комплексному аналізі виробничих процесів, а також на результатах моделювання відповідних небезпечних подій та ситуацій, їхнього впливу на показники роботи підприємства.

Список використаних джерел

- Корнійчук М. Ризик і надійність. Економіко-стохастичні методи й алгоритми побудови та оптимізації систем: монографія / М. Корнійчук, І. Совтус. – К.: КНЕУ, 2000. – 212 с.
- Методические указания по проведению анализа риска опасных производственных объектов МУ РД 03-418-01; Гостехнадзор России. – М., 2001.
- Ветошкин А.Г. Надежность технических систем и техногенный риск. учеб. пособие / А.Г. Ветошкин. – Пенза: Изд-во ПГУАиС, 2003. – 232 с.
- Закон України Про об'єкти підвищеної небезпеки (Відомості Верховної Ради України (ВВР). – 2001. – № 15. – Ст. 73) із змінами, внесеними згідно із Законами № 762-IV (762-15) від 15.05.2003 (ВВР. – 2003. – № 30. – Ст. 247), № 2562-VI (2562-17) від 23.09.2010 (ВВР. – 2011. – № 6. – Ст. 47). Зміни до Закону див. в Законі № 5459-VI (5459-17) від 16.10.2012.
- Постанова Кабінету Міністрів України від 30 січня 2013 р. № 62 «Про затвердження Технічного регламенту безпеки машин та устаткування» [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <http://zakon4.rada.gov.ua/laws/show/62-2013-p>
- Про затвердження Методики визначення ризиків та їх прийнятних рівнів для декларування безпеки об'єктів підвищеної небезпеки: Наказ Мінпраці та соціальної політики України від 4.12.2002 р. № 637.
- Найханова Л.В. Методы и алгоритмы принятия решений в управлении учебным процессом в условиях неопределенности: монографія / Л.В. Найханова, С.В. Дамбаева. – Улан-Удэ: ВСГТУ, 2004. – 164 с.
- Грабовецький Б.Є. Методи експертних оцінок: теорія, методологія, напрямки використання: монографія / Б.Є. Грабовецький. – Вінниця: ВНТУ, 2010. – 171 с.
- Литвак Б.Г. Разработка управленческого решения / Б.Г. Литвак. – М.: Дело, 2003. – 392 с.
- Кофман А. Введение теории нечетких множеств в управлении предприятиями / А. Кофман, Хил Алуха Х. – Минск: Вышшая школа, 1992.
- Чернов А. Анализ коммерческого риска / А. Чернов; под ред. М.И. Бака-

нова. – М.: Финансы и статистика, 1998. – 128 с.

12. Хохлов Н.В. Управление риском: учеб. пособие для вузов / Н.В. Хохлов. – М.: ЮНИТИ-ДАНА, 2001. – 239 с.

Обоснована необходимость расширенного определения технического риска, это, кроме повреждения, поломки, выхода из строя машин, оборудования, механизмов и установок, приводящих к потерям, требует также рассмотрения причин и экономических последствий этих событий. Предложенная классификация методов исследования технического риска, позволяющая упорядочить выбор методов, которые целесообразно использовать на различных этапах управления рисками для решения конкретных задач, является важным элементом при разработке экспертно-аналитической системы мониторинга технических рисков в современных информационных системах. Приведен рекомендованный перечень методов, применяемых в различных сферах и этапах мониторинга технических рисков.

Ключевые слова: *технический риск, экономические последствия, экспертно-аналитическая система мониторинга.*

The necessity the extended of the definition of technical risk was grounded, which also includes the reasons and economic consequences of these events, besides damage, breakage, death of machines, equipment, mechanisms and settings. The classification of methods which helps to research technical risk was offered. This classification will allow to put in order the choice of methods, which are expedient to use for the different stages of management risks and for solving the concrete tasks which are important at development of expertly analytical systems for monitoring of technical risks in the modern informative systems. The recommended list of methods is resulted after application domains and stages of monitoring of technical risks.

Key words: *technical risk, estimation, economic consequences, expertly analytical monitoring system.*

Одержано 3.10.2013.