

Ради України. – 2001. – № 47.

7. Чёрный Л. Е. Роль инновационной деятельности в увеличении прибыли предприятия// Экономика. Финанси. Правов. – 2003. – № 8. – С. 13 – 17.

Надійшла 16.10.2009

УДК 330.131.7

О. О. КОЦЬ

Національний університет «Львівська політехніка»

КІЛЬКІСНЕ ОЦІНЮВАННЯ ТЕХНІКО-ТЕХНОЛОГІЧНОГО РИЗИКУ НТПВ МАШИНОБУДІВНОГО ПІДПРИЄМСТВА

Розглянуто проблему кількісного оцінювання техніко-технологічного ризику НТПВ машинобудівного підприємства. Виділено із математичного апарату методи, за допомогою яких може бути оцінений техніко-технологічний ризик НТПВ з використанням функції Лапласа, доведено доцільність комбінованого застосування формули Байєса та «абсолютного кількісного» методу при визначенні техніко-технологічного ризику НТПВ за умов наявності вихідної інформації про фактори ризику НТПВ у різних одиницях виміру. Обґрунтовано раціональність використання таких напрацювань у машинобудуванні.

The problem of quantitative evaluation of technical and technological risk of scientific and technical preparation of production on machine-building enterprise is considered. Methods by which the technical and technological risk of scientific and technical preparation of production can be appraised with the use of Laplace function are abstracted from a mathematical vehicle, expedience of the combined application of Bayes formula and «absolute quantitative» method is proved at determination of technical and technological risk of scientific and technical preparation of production subject to the condition presence of initial information about the factors of risk of scientific and technical preparation of production in different units of measuring. Argued the rationality of the use of such works in an engineer.

Ключові слова: науково-технічний розвиток, кількісне оцінювання, машинобудівні підприємства, техніко-технологічний ризик.

Постановка проблеми. Досягти належного рівня надійності виробничої системи машинобудівного підприємства можна шляхом ретельної організації науково-технічної підготовки виробництва (НТПВ), під час якої буде проведена оцінка можливих ризиків для підприємства, а також обрано інноваційні напрями вдосконалення виробничої системи, що гарантуватимуть підвищення її надійності, і, відповідно, зменшення підприємницького ризику загалом. Найбільш вагомим з ризиків НТПВ є техніко-технологічний, адже його реалізація неминуче призводить до фінансових витрат на усунення його наслідків. Саме тому доцільно зупинитися більш детально на дослідженні техніко-технологічного ризику НТПВ.

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Питанням науково-технічного розвитку підприємства присвячено праці Бойко О. М., Бутко М. П., Дорошенко І. О., Єфремова О., Сараніна О. Л., Судакової О. І., Філіппова Ю. І. та інших [1 – 3]. Аналіз останніх досліджень дає змогу зробити висновок про зацікавленість підприємств в забезпеченні конкурентних переваг шляхом втілення у виробничий процес результатів наукових досліджень і розробок. Одним із перспективних шляхів розвитку машинобудівних підприємств може стати використання сучасних засобів і методів підтримки прийняття рішень в умовах ризику і невизначеності. В економічній літературі значну увагу питанням підприємницького ризику та способам його врахування при прийнятті управлінських рішень приділяють Верченко П. І., Вітлінський В. В., Головач Т. В., Дуброва О. С., Кравченко В. А., Лук'янова В. В., Машина Н. І., Наконечний Я. С., Подольчак Н. Ю., Радкевич Н. В., Сігал А. В., Старостіна А. О., Черданцева І. Г. та інші [4 – 7].

Незважаючи на багатогранність і комплексність дослідження проблеми управління науково-технічною підготовкою виробництва, ще залишаються питання, які вимагають дослідження і визначення оптимальних варіантів рішень. Зокрема серед невирішених проблем залишаються питання оцінки ризику НТПВ машинобудівного підприємства у розрізі його техніко-технологічної складової, наявність якої сприятиме своєчасній реакції на нього при прийнятті управлінських рішень на стадії НТПВ та у процесі інноваційного розвитку машинобудівного підприємства.

Постановка завдання (цілі). Оскільки найвагомішою складовою ризику НТПВ є його техніко-технологічна складова, то основним завданням написання статті є формування рекомендацій щодо кількісної оцінки техніко-технологічного ризику НТПВ машинобудівного підприємства, а також описання математичного апарату, який дасть змогу провести таку оцінку.

Виклад основного матеріалу дослідження. Визначення і оцінку техніко-технологічного ризику НТПВ найдоцільніше проводити на етапі технологічної підготовки виробництва, що є одним із складових етапів НТПВ загалом. На цій стадії НТПВ для оцінки ризику науковці [8] рекомендують застосовувати метод елементарних похибок. Цей метод треба застосовувати на етапі технологічної підготовки виробництва, коли недоцільно проводити вибіркове обстеження технологічного процесу. Оцінка методом елементарних похибок проводиться на основі розрахунку сумарної похибки контрольованого параметру. При цьому початковими даними є значення величин елементарних похибок.

Якщо елементарні похибки взаємно незалежні, сумарну похибку контрольованого параметра

визначають за формулою [9, с. 271]:

$$\delta_{\Sigma} = K \sqrt{\lambda_1 \Delta_1^2 + \lambda_2 \Delta_2^2 + \dots + \lambda_n \Delta_n^2}, \quad (1)$$

де K – коефіцієнт ризику;

$\lambda_1, \lambda_2, \dots, \lambda_n$ – коефіцієнти, що враховують закон розподілу елементарних похибок;

$\Delta_1, \Delta_2, \dots, \Delta_n$ – граничні значення елементарних похибок.

Коефіцієнти $\lambda_1, \lambda_2, \dots, \lambda_n$ розраховують за ГОСТ 19416-74 за наявності фактичних даних про закон розподілу елементарних похибок. У більшості випадків таким законом є закон нормального розподілу. Виходячи з закону нормального розподілу коефіцієнти $\lambda_1, \lambda_2, \dots, \lambda_n$ дорівнюють 0,111.

Коефіцієнт ризику K вибирають залежно від прийнятого рівня підприємницького ризику P . При нормальному законі розподілу елементарних похибок і рівно ймовірному їхньому виході за граничні межі поля допуску значення P пов'язано із значенням функції Лапласа $\Phi(K)$ формулою [9, с. 271 – 272]:

$$P = 100[1 - 2\Phi(K)]. \quad (2)$$

Ряд значень коефіцієнта ризику K подано в табл. 1 [9, с. 271 – 272].

Таблиця 1

Відповідність коефіцієнта ризику K прийнятому ризику P згідно функції Лапласа

$P, \%$	32	10	4,5	1	0,27	0,1	0,01
K	1	1,65	2	2,57	3	3,29	3,89

З наведеної формули (1) бачимо, що якими б не були точними розрахунки і незалежно від глибини дослідження технологічного процесу, завжди потрібно корегувати планові допуски похибок і неточностей на коефіцієнт ризику. Таке явище пояснюється тим, що у кожній ситуації, крім наперед прогнозованих негативних факторів впливу, можуть виникнути і додаткові загрози виробничому процесу, які врахувати на ранніх стадіях просто неможливо. Корегування розрахунків на коефіцієнт ризику дає змогу перестраховатися на випадок виявлення неповноти інформації, на основі якої приймалися рішення, та уникнути небажаних для машинобудівного підприємства наслідків.

НТПВ покликає удосконалити виробничий процес на машинобудівному підприємстві, піднести його на технологічно новий рівень, що дасть змогу при менших чи незмінних затратах отримувати додаткову вигоду. Проте оновлення технічної чи/та технологічної бази призводить до виникнення нових видів похибок і похибок на уже існуючих або щойно впроваджених етапах технологічного циклу, особливо на стадіях обробки деталей.

Закони розподілу розмірів широко використовуються у технології машинобудування, зокрема: для встановлення надійності технологічного процесу і забезпечення обробки заготовок без браку, визначення кількості заготовок, що вимагають додаткової обробки, розрахунку налагодження верстатів і зіставлення точності обробки заготовок при різному стані устаткування, інструментів, мастильно-охолоджувальних рідин тощо.

Надійність забезпечення необхідної точності обробки заготовок характеризується запасом точності даної операції, що визначається за формулою [10, с. 113]:

$$\psi = T/\omega, \quad (3)$$

де T – допуск на обробку заготовок;

ω – фактичне поле розсіювання розмірів заготовок.

Величини поля розсіювання ω при різних законах розподілу розмірів оброблюваних заготовок така: нормальний розподіл (закон Гауса) – $\omega = 6\sigma$; рівнобедрений трикутник (закон Сімпсона) – $\omega = 2\sigma\sqrt{6} = 4,9\sigma$; рівна ймовірність – $\omega = 2\sigma\sqrt{3} = 3,46\sigma$ [10, с. 114].

Обробка заготовок може бути здійснена без браку, коли запас точності $\psi > 1,0$ і за умови правильного налагодження верстата (поле кривої розсіювання збігається із серединою поля допуску). При $\psi \geq 1,2$ процес обробки вважається надійним. Для всіх законів розподілу розмірів умовою обробки заготовок без браку є умова $\omega < T$, яка показує, що поле фактичного розсіювання розмірів менше допуску на виготовлення. Для закону нормального розподілу цей вираз набуває вигляду $6\sigma < T$ [10, с. 113 – 114].

Наявність поля розсіювання розмірів заготовок є прямим наслідком виникнення систематичних і несистематичних похибок у технологічному процесі. При визначенні сумарної похибки варто мати на увазі, що систематичні постійні похибки складаються алгебраїчно, тобто з урахування їх знака:

$$\omega_{\text{сум}} = \sum \Delta_{\text{сум}}. \quad (4)$$

У результаті підсумовування може виникати не тільки збільшення, але і зменшення загальної похибки технологічного процесу. Наприклад, подовження різця в результаті його нагрівання може компенсувати його похибку від зносу різальної крайки [10, с. 110].

Систематичні змінні похибки, що змінюють свою величину і напрямок у часі, додаються по своїх

максимальних значеннях і з тим знаком, при якому сумарна похибка буде найбільшою. Випадкові похибки сумують через корінь квадратний із суми квадратів полів розсіювання випадкових похибок:

$$\omega_{\text{вип}} = \sqrt{(k_1\omega_1)^2 + (k_2\omega_2)^2 + \dots + (k_m\omega_m)^2}, \quad (5)$$

де $\omega_1, \omega_2, \dots, \omega_m$ – поля розсіювання випадкових похибок;

k_1, k_2, \dots, k_m – коефіцієнти відносного розсіювання випадкових величин, що показують, у скільки разів фактичне розсіювання ω_i відрізняється від розсіювання похибок за законом нормального розподілу.

Для закону нормального розподілу випадкових похибок $k=1,0$; для закону Сімпсона $k=1,2$; для закону рівної ймовірності $k=1,73$.

Однак, навіть якщо всі складові сумарної випадкової похибки підпорядковуються закону нормального розподілу, то для створення деякої гарантії точності (тобто зменшення ризику) з урахуванням можливих відхилень від закону Гауса приймають $k=1,2$ [10, с. 110 – 111].

Якщо уважно проаналізувати метод елементарних похибок і методи визначення випадкових і систематичних похибок, можна помітити, що між ними є багато спільного. Обидва вони спрямовані на визначення сумарного розміру похибки, що може виникнути у технологічному циклі після його оновлення в результаті впровадження заходів, розроблених під час НТПВ. Ця сумарна похибка – це фактично наслідок реалізації техніко-технологічного ризику НТПВ. У формулі методу елементарних похибок наявний коефіцієнт ризику, який нам і потрібний для визначення розміру техніко-технологічного ризику НТПВ.

Маємо:

$$\delta_{\Sigma}' = \omega_{\text{сист}} + \omega_{\text{вип}}; \quad (6)$$

$$\delta_{\Sigma}' = \sum \Delta_{\text{сист}} + \sqrt{(k_1\omega_1)^2 + (k_2\omega_2)^2 + \dots + (k_m\omega_m)^2}. \quad (7)$$

З іншого боку

$$\delta_{\Sigma} = K \sqrt{\lambda_1\Delta_1^2 + \lambda_2\Delta_2^2 + \dots + \lambda_n\Delta_n^2}. \quad (8)$$

$$\delta_{\Sigma} = \delta_{\Sigma}'. \quad (9)$$

Тоді

$$\sum \Delta_{\text{сист}} + \sqrt{(k_1\omega_1)^2 + (k_2\omega_2)^2 + \dots + (k_m\omega_m)^2} = K \sqrt{\lambda_1\Delta_1^2 + \lambda_2\Delta_2^2 + \dots + \lambda_n\Delta_n^2}; \quad (10)$$

$$K = \frac{\sum \Delta_{\text{сист}} + \sqrt{(k_1\omega_1)^2 + (k_2\omega_2)^2 + \dots + (k_m\omega_m)^2}}{\sqrt{\lambda_1\Delta_1^2 + \lambda_2\Delta_2^2 + \dots + \lambda_n\Delta_n^2}}. \quad (11)$$

Знаменник узагальненої і рекомендованої нами для застосування формули (11), як можна побачити з вищенаведених пояснень, є відомий і має нормативний характер; чисельник – визначається дослідно-статистичними методами. Маючи інформацію про коефіцієнт ризику K , можна визначити рівень техніко-технологічного ризику НТПВ за допомогою функції Лапласа (див. табл. 1). Тобто, уже на стадії попереднього аналізу можна оцінити реальну загрозу зриву виробничого процесу внаслідок реалізації техніко-технологічного ризику НТПВ і розробити комплекс дій для подолання негативних наслідків його реалізації. Такий спосіб визначення техніко-технологічного ризику НТПВ назовемо «абсолютним кількісним» методом оцінювання.

Запропонований вище спосіб оцінки техніко-технологічного ризику НТПВ машинобудівного підприємства буде дієвим, якщо особа, що приймає рішення, має інформацію про абсолютні значення відхилень фактичних результатів від планових на завершальній стадії технологічного процесу. Якщо ж вихідною інформацією є дані про ймовірності виникнення окремих поломок, похибок, а не їхній кількісний вимір, то необхідно застосувати іншу формулу, що дасть змогу визначити техніко-технологічний ризик НТПВ.

Ідеальним варіантом визначення техніко-технологічного ризику НТПВ у випадку наявності інформації про ймовірності виникнення поломок є формула Байєса [11].

За формулою Байєса можна визначити ймовірність виникнення ризику відповідної поломки. Згідно цього методу, якщо існує стан D_i і проста ознака (фактор ризику) k_j , що зустрічається лише при цьому стані, то ймовірність одночасної появи подій [11]:

$$P(D_i k_j) = P(D_i)P(k_j / D_i) = P(k_j)P(D_i / k_j). \quad (12)$$

З цього рівняння витікає формула Байєса [486]:

$$P(D_i / k_j) = P(D_i) \frac{P(k_j / D_i)}{P(k_j)}, \quad (13)$$

де $P(D_i)$ – ймовірність стану D_i , що визначається за статистичними даними (апріорна ймовірність стану).

Так, якщо попередньо було досліджено N об'єктів і у N_i об'єктів виявлено стан D_i , то:

$$P(D_i) = \frac{N_i}{N}. \quad (14)$$

$P(k_j/D_i)$ – ймовірність появи ознаки k_j у об'єктів у стані D_i . Якщо серед N_i об'єктів, що перебувають у стані D_i , у N_{ij} з'явилася ознака k_j , то:

$$P(k_j/D_i) = \frac{N_{ij}}{N_i}. \quad (15)$$

$P(k_j)$ – ймовірність появи ознаки k_j у всіх об'єктах, незалежно від стану об'єкта. Нехай із загального числа N об'єктів ознака k_j була виявлена у N_j об'єктів, тоді:

$$P(k_j) = \frac{N_j}{N}. \quad (16)$$

У реальних умовах йде мова не лише про одну ознаку, а про множину ознак K , що включає ознаки k_1, k_2, \dots, k_v . Кожна з ознак k_j має m_j розрядів $k_{j1}, k_{j2}, \dots, k_{js}, \dots, k_{jm_j}$. У результаті досліджень стає відомою реалізація ознаки $k_j^* = k_{js}$ і всього комплексу ознак K^* . Індекс (*) означає конкретне значення (реалізацію) ознаки.

Отже, формула Байєса для комплексу ознак має вигляд:

$$P(D_i/K^*) = P(D_i)P(K^*/D_i)/P(K^*) \quad (i=1, 2, \dots, n), \quad (17)$$

де $P(D_i/K^*)$ – ймовірність стану D_i після того, як стали відомі результати обстеження за множиною ознак K , $P(D_i)$ – попередня ймовірність стану D_i (згідно даних попередньої статистики) [11].

Процес прийняття рішень за методом Байєса при розрахунку на комп'ютері відбувається достатньо швидко і займає всього декілька хвилин. На практиці використовують системне застосування засобів автоматизації інженерно-технічних робіт як організаційну основу автоматизованої системи науково-технічної підготовки виробництва (АСНТПВ). Це забезпечує оптимальну взаємодію людей, машинних програм і технічних засобів автоматизації під час виконання функцій НТПВ. АСНТПВ покликана моделювати функції НТПВ, пов'язані із забезпеченням технологічності конструкції виробу, проектування технологічних процесів, проектування і виготовлення засобів технологічного оснащення, управління технологічною підготовкою виробництва тощо [9, с. 273]. Маючи інформацію про можливі поломки і ймовірність їхнього виникнення на окремих етапах технологічного циклу, можна реально оцінювати розмір техніко-технологічного ризику НТПВ та його наслідки.

Висновки. Аналіз отриманих результатів дослідження дає змогу стверджувати, що універсальним варіантом визначення техніко-технологічного ризику НТПВ є комбінація двох запропонованих підходів залежно від характеру вихідної інформації на кожному окремому етапі аналізу технологічного процесу машинобудівного підприємства, або ж розмежовувати техніко-технологічний ризик НТПВ на ризик виникнення похибок і похибок під час технологічного циклу та ризик виникнення поломок. Так чи інакше ключовим фактором залишається ретельний збір інформації про процеси та явища, що досліджуються, а також уникнення дублювання інформації у різних одиницях виміру про одні і ті ж події. У такому випадку можна гарантувати достовірність отриманих результатів оцінки техніко-технологічного ризику НТПВ. Якщо одночасно застосовуватимуться два методи, то загальний рівень ризику буде сумою отриманих результатів, адже в обох випадках обчислення будуть незалежними одні від інших, а часткові ризики виникатимуть у результаті впливу різних факторів.

У подальших дослідженнях доцільно зосередити увагу на програмному апараті оцінювання загального рівня ризику НТПВ машинобудівного підприємства, моделі управління машинобудівним підприємством на стадії НТПВ з врахуванням факторів ризику.

Література

1. Дорошенко І. О. Інноваційний розвиток України: передумови та перспективи [Електронний ресурс] / І. О. Дорошенко // Режим доступу до журн. : www.pdaa.com.ua/np/pdf/46.pdf.
2. Бойко О. М. Інноваційне забезпечення розвитку промислових підприємств України [Електронний ресурс] / О. М. Бойко // Режим доступу до журн. : <http://masters.donntu.edu.ua/2008/fem/ignatenko/library/st3.htm>.
3. Єфремов О. Інтенсифікація інноваційної діяльності підприємства як чинник економічного зростання [Електронний ресурс] / О. Єфремов // Режим доступу до журн. : <http://www.viche.info/journal/1003>.
4. Економічний ризик: ігрові моделі : [навч. посібник] / [Вітлінський В. В., Верченко П. І., Сігал А. В., Наконечний Я. С.]. – К. : КНЕУ, 2002. – 446 с.
5. Старостіна А. О. Ризик-менеджмент: теорія та практика : [навч. посіб.] / А. О. Старостіна, В. А. Кравченко. – К. : ІВЦ «Видавництво «Політехніка», 2004. – 200 с.

6. Лук'янова В. В. Економічний ризик : [навч. посіб.] / В. В. Лук'янова, Т. В. Головач. – К. : Академвидав, 2007. – 464 с.
7. Машина Н. І. Економічний ризик і методи його вимірювання : [навч. посіб.] / Машина Н. І. – К. : Центр навчальної літератури, 2003. – 188 с.
8. Гордієнко А. І. Математичне моделювання технологічних процесів у машинобудуванні : навчальний посібник / А. І. Гордієнко, Л. Г. Полонський, П. П. Мельничук, М. Л. Хайфець. – Житомир : ЖІТІ, 2001. – 190 с.
9. Івченко Л. Й. Державні стандарти в машинобудуванні та металообробці : навч. посібник / Л. Й. Івченко. – Х. : Компанія СМІТ, 2006. – 320 с.
10. Якімов О. В. Технологія машино- та приладобудування : Підручник / О. В. Якімов, В. І. Марчук, П. А. Лінчевський та ін.; під заг. ред. О. В. Якімова. – Луцьк, 2005. – 710 с.
11. Биргер И. А. Техническая диагностика / И. А. Биргер. – М. : Машиностроение, 1978. – 240 с.
12. Дегтярьова Ю. Методи підвищення експлуатаційних властивостей виробів / Ю. Дегтярьова, М. Калмиков, Л. Лубенська, А. Николаєнко // *Машинознавство*. – 2007. – № 4 (118). – С. 33 – 43.

Надійшла 13.10.2009

УДК 502.331.5

І. М. КРАВЕЦЬ

Хмельницький національний університет

ТЕОРЕТИКО-МЕТОДОЛОГІЧНІ АСПЕКТИ ДОСЛІДЖЕННЯ РІВНЕВОЇ ТА КОМПОНЕНТНОЇ СТРУКТУРИ ТРУДОВОГО ПОТЕНЦІАЛУ

Характеристики трудового потенціалу в кінцевому підсумку визначають реальний стан економіки, економічні та соціальні показники держави та її регіонів, перспективи її розвитку. У статті висвітлюється необхідність дослідження рівневої та компонентної структури трудового потенціалу з метою виявлення напрямів відтворювальних процесів.

Characteristics of labour potential at the final result determine the real state of economy, economic and social indices of a state and its regions, perspectives of its development. Necessity of the research of standard and component structure of labour potential with the purpose of finding out of reproducing processes trends is lit up in the article.

Ключові слова: трудовий потенціал, структура, розвиток, суспільство.

Актуальність теми. В умовах переходу економіки України на інноваційний шлях розвитку та її інтеграції у світовий економічний простір питання розвитку якісного трудового потенціалу та його ефективного використання відповідно до вимог формування конкурентоспроможної економічної системи набувають важливого значення. У зв'язку з цим визначальними для майбутнього України є організація ефективного управління процесами формування та використання трудового потенціалу з метою забезпечення соціально-економічного та інноваційного розвитку її регіонів та створення сприятливих умов для людського розвитку. Тому розробка теоретико-методологічних аспектів дослідження рівневої та компонентної структури трудового потенціалу, яка має на меті наукове обґрунтування пріоритетних напрямів його відтворення у контексті сучасних трансформаційних зрушень в економіці України, є актуальним як з теоретичних, так і з практичних міркувань.

Аналіз останніх досліджень та публікацій. Накопичення проблем, пов'язаних з формуванням, розвитком, збереженням та використанням трудового потенціалу, зумовило серйозне зацікавлення ними науковців та проведення досліджень, спрямованих на їх розв'язання. Наукові доробки вчених-економістів стосуються розкриття сутності трудового потенціалу, його основних характеристик та компонентів, шляхів їх якісного формування та ефективного використання в процесі трудової діяльності. Даній проблемі присвячені праці Богині Д. П., Долішнього М. І., Злупка С. М., Пирожкова С. І., Онікієнка В. В., Лібанової Е. М., Грішнєвої О. А., Петрової І. Л., Новікова В. М., Семикіної М. В., Лісогор Л. С., Шаульської Л. В. та ін. Питання ефективного використання трудового потенціалу активно досліджуються вченими країн СНД, серед яких: Абалкін Л. К., Колосова Р. П., Маслова І. С., Панкратов О. С., Сергєєва Г. П., Чижова Л. С. та ін.

Проте залишаються недостатньо дослідженими проблеми узгодження процесів формування якісних характеристик трудового потенціалу та їх ефективного використання з метою забезпечення економічного зростання на базі інноваційного розвитку, підвищення рівня життя населення регіонів і країни в цілому.

Постановка завдання. Метою даної статті є розробка теоретико-методологічних аспектів дослідження рівневої та компонентної структури трудового потенціалу.

Викладення основного матеріалу. Трудовий потенціал є складною, динамічною, відкритою ієрархічною системою. Важливою характеристикою потенціалу є його динамізм. Як динамічна система, потенціал об'єднує в собі три рівні зв'язків часу та простору, які функціонують в єдності. Ці зв'язки детермінують прояви потенціалу в різних формах. По-перше, потенціал характеризує минуле. В цьому випадку він виступає як "ресурс", оскільки втілює в собі накопичені системою характеристики, які