

Посилання на статтю

Данченко О.Б. Математична модель ідентифікації ризиків технологічного процесу обробки деталей / О.Б. Данченко, В.О. Занора, А.І. Боркун // Управління проектами та розвиток виробництва: Зб.наук.пр. – Луганськ: вид-во СНУ ім. В.Даля, 2010. – № 3(35). – С. 83-90. – Режим доступу: <http://www.pmdp.org.ua/images/Journal/35/10dobpod.pdf>

УДК 519.87:621.7

О.Б. Данченко, В.О. Занора, А.І. Боркун

МАТЕМАТИЧНА МОДЕЛЬ ІДЕНТИФІКАЦІЇ РИЗИКІВ ТЕХНОЛОГІЧНОГО ПРОЦЕСУ ОБРОБКИ ДЕТАЛЕЙ

Запропоновано математичну модель ідентифікації ризиків технологічного процесу обробки деталей, що впливають на збільшення собівартості виготовлення деталей. Ист. 9.

Ключові слова: ризики, управління ризиками, технологічний процес.

Е.Б. Данченко, В.А. Занора, А.И. Боркун

МАТЕМАТИЧЕСКАЯ МОДЕЛЬ ИДЕНТИФИКАЦИИ РИСКОВ ТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО ПРОЦЕССА ОБРАБОТКИ ДЕТАЛЕЙ

Предложена математическая модель рисков технологического процесса обработки деталей, которые влияют на увеличение себестоимости изготовления деталей. Дж. 9.

O.B. Danchenko, V.O. Zanora, A.I. Borkun

IDENTIFICATION RISK MATHEMATICAL MODEL OF THE PART PROCESSING TECHNOLOGY

Mathematical model of a part working technological process for those risks, which influence increasing of a part production prime cost, is proposed.

Постановка проблеми у загальному вигляді та її зв'язок з важливими науковими чи практичними завданнями. Одним із пріоритетних завдань сьогодні для вітчизняних підприємств машинобудівної галузі з виготовлення деталей є попередження та мінімізація ризиків [1].

У класичній теорії, сформульованій Дж. Міллем, Н.І. Сеніором, ризик визначається як збиток, завданий здійсненням обраного рішення [2].

Чим складнішим і невизначенішим є навколишнє середовище, тим складнішими є й методи управління, тим актуальнішим є питання управління ризиками [3].

Для будь-якого підприємства оцінка і вивчення ризиків необхідні, щоб визначити ймовірності настання подій з негативними наслідками, а також небезпеку виникнення непередбачених втрат, збитків, недоотримання доходів, прибутку в порівнянні із запланованим варіантом [4].

Різноманітні ризиковані події, які негативно впливають на ефективність реалізації технологічного процесу обробки деталей, призводять до збільшення

фінансових витрат та, відповідно, собівартості виготовлення деталей, а в умовах ринкової економіки одним з найважливіших показників виробничо-господарської діяльності підприємства є собівартість.

Тому технолог повинен розробляти такі технологічні процеси, які були б оптимальними не тільки у технічному, але й у економічному відношенні [5].

Аналіз останніх досліджень і публікацій, в яких започатковано розв'язання даної проблеми і на які спирається автор. Питанням вивчення ризиків присвячені наукові праці таких вчених, як Альгін А.П., Грабовий П.Г., Петрова С.М., Лапуста М.Г., Шаршукова Л.Г., Медінський В.Г., Петраков Н.Я., Ротарь В.І., Клейнер Г.Б., Качалов Р.М. і т.д. [6].

Питаннями аналізу собівартості продукції займалися такі вчені як Олійник О., Голов С, Нападковська Л., Апчерч А., Чумаченко Н. та інші.

Виділення невирішених раніше частин загальної проблеми, яким присвячується дана стаття. Більшість науковців у своїх роботах, які присвячені проблемам підвищення ефективності обробки деталей, приділяють увагу лише окремим або декільком чинникам, які впливають на технологічний процес. Науковці ж, що вивчають питання зменшення собівартості виготовлення деталей, розглядають в основному вплив лише фінансових ризиків.

Тому на сьогодні виникла необхідність у розробці моделей та методів, які враховують багатоваріантність чинників, що впливають на ефективність обробки деталей та на собівартість. До таких моделей можна віднести модель ризиків технологічних процесів обробки деталей, які впливають на ефективність обробки деталей та, відповідно, на собівартість, що дозволить підприємствам передбачати та враховувати додаткові фінансові витрати на виготовлення деталей внаслідок дії ризиків.

Ризиками ж необхідно управляти, тобто проводити певні заходи щодо зниження імовірності їх наступу, а також зменшення втрат від їх наступу [7].

Одним з основних завдань технології машинобудування є безперервне зменшення собівартості продукції, яка випускається [5].

Собівартість належить до числа найважливіших показників роботи підприємства. Вона характеризує ефективність всього процесу виробництва на підприємстві, оскільки в ній відображається рівень організації виробничого процесу, технічний рівень, продуктивність праці, частка затрат на виробництво за окремими статтями та елементами та інші витрати на випуск продукції [8].

Метою даної статті є розробка математичної моделі ризиків технологічного процесу обробки деталей, яка дозволить оцінити вплив ризиків на збільшення собівартості виготовлення деталей.

Виклад основного матеріалу дослідження. Технологічний процес (ТП) – це частина виробничого процесу, яка включає послідовну зміну розмірів, форми, зовнішнього вигляду чи внутрішніх властивостей предмету виробництва та їх контроль [9].

Технологічна система (ТС) – це сукупність функціонально пов'язаних засобів технологічного оснащення, предметів виробництва та виконавців для виконання в регламентованих умовах виробництва заданих технологічних процесів і операцій. Технологічна система знаходиться під безперервним впливом багатьох факторів, які породжені працівниками, допоміжними, супутніми процесами та навколишнім середовищем [5].

Ризик технологічного процесу – це ризик, що має місце під час виконання заданих технологічним процесом технологічних операцій, тобто під час зміни розмірів, форми, зовнішнього вигляду чи внутрішніх властивостей предмету виробництва та його контролю.

На основі аналізу ризиків технологічного процесу обробки деталей з елементами пониженої жорсткості (ЕПЖ) виділено основні види ризиків, які мають найбільший вплив на ефективність обробки деталей, а також призводять до додаткових фінансових витрат і, відповідно, до збільшення собівартості виготовлення деталей [1]:

- ризик порушення дисципліни;
- ризик зношення;
- ризик помилок планування;
- ризик недостатньої мотивації;
- ризик низької професійності.

Ризик порушення дисципліни – це ймовірність порушення технологічної дисципліни, неправильного вибору режимів різання.

Технологічна дисципліна регламентує (вимагає) виконання технологічних операцій з використанням рекомендованих засобів технологічного забезпечення і дотриманням призначених режимів різання, нормативів часу. Порушення цих вимог призводить до появи бракованих деталей та подовження тривалості виробничого циклу обробки.

Ризик зношення – це ймовірність зношення елементів технічної (технологічної) системи.

До елементів технічної (технологічної) системи відносяться:

- мірні інструменти (свердла, розгортки тощо);
- кондукторні втулки;
- напрямні станини верстатів, пристроїв;
- елементи верстатів (механізмів) для виконання формоутворюючих рухів (зубчасті передачі тощо).

Через тривалу експлуатацію елементів технічної (технологічної) системи в них змінюється форма поверхонь, розміри поверхонь, зазори в з'єднаннях тощо, що призводить до появи браку за параметрами шорсткості, формі геометричних поверхонь, розмірам та за точністю форм оброблених поверхонь.

Ризик помилок планування – це ймовірність невідповідності нормативів часу обробки, невірного призначення норми часу на операцію.

Відповідність нормативів часу передбачає:

- ефективне використання фонду часу роботи працівника або верстата, тобто зменшення часу простоювання обладнання;
- узгодженість тривалості технологічних операцій;
- забезпечення синхронізації технологічних операцій;
- забезпечення повного завантаження технологічного обладнання на протязі зміни з урахуванням запланованого розміру виробничої партії.

Порушення таких вимог призводить до неефективного використання засобів технологічного забезпечення.

Ризик недостатньої мотивації – це ймовірність недостатньої мотивації виконавців операцій, тобто ймовірність наявності низького рівня матеріальної та нематеріальної мотивації.

Наявність низького рівня матеріальної та нематеріальної мотивації призводить, в першу чергу, до неефективного використання обладнання, засобів технологічного забезпечення і, відповідно, до подовження виробничого циклу.

Ризик низької професійності – це ймовірність низької професійності виконавців операцій, тобто невідповідності рівня кваліфікації виконавця складності виконання конкретної операції та відсутності практичного досвіду.

Професійність виконавця регламентується тарифно-кваліфікаційним довідником, в якому вказується кваліфікаційний рівень виконавця і складність

робіт, які відповідають його рівню. Порушення такої умови призводить до появи браку.

Розроблена математична модель, яка описує виділені ризики технологічного процесу обробки деталей з ЕПЖ. Задамо її атрибути.

Загальний ризик i -ої операції технологічного процесу обробки деталей з ЕПЖ матиме вигляд:

$$Risk_i = \sum_{n=1}^m Risk_i^n, \quad (1)$$

де $Risk_i^n$ – міра ризику від ризикованої події n -ого виду, яка впливає на виконання i -ої операції технологічного процесу, грн., $n = \overline{1, m}$, $i = \overline{1, k}$, m – кількість видів ризикованих подій, які впливають на виконання i -ої операції технологічного процесу обробки, $m=5$, k – загальна кількість операцій технологічного процесу.

Ступінь (міра) ризику (міра очікуваної невдачі (небажаних наслідків) та величин цих наслідків (збитків тощо), які мають місце в цьому випадку:

$$Risk_i^n = P_i^n \times V_i^n, \quad (2)$$

де P_i^n – імовірність ризикованої події n -ого виду при виконанні i -ої операції технологічного процесу, $n = \overline{1, m}$, $i = \overline{1, k}$, m – загальна кількість ризиків, k – загальна кількість операцій технологічного процесу;

V_i^n – величина втрат від ризикованої події n -ого виду при виконанні i -ої операції технологічного процесу, грн., $n = \overline{1, m}$, m – загальна кількість ризиків, $i = \overline{1, k}$, k – загальна кількість операцій технологічного процесу.

1. Ризик порушення дисципліни – $Risk^D$.

Значення ризику, який пов'язаний зі збільшенням кількості бракованих деталей через порушення технологічної дисципліни та неправильного вибору режимів різання, розраховується за формулою:

$$Risk_i^D = \sum_{e=0}^f P_i^D(\Delta K_e) \times \Delta K_e \times V_{\text{àèðð}}^d, \quad (3)$$

де i – номер операції технологічного процесу, $i = \overline{1, k}$, k – загальна кількість операцій технологічного процесу;

e – крок розподілу ймовірностей збільшення кількості бракованих деталей через дію ризику порушення дисципліни, $e = \overline{0, f}$, f – загальна кількість кроків розподілу;

ΔK_e – збільшення кількості бракованих деталей i -ої операції для розподілу e ;

$V_{\text{àèðð}}^d$ – вартість витрат на 1 одиницю браку (розраховується із техніко-економічного обґрунтування на операцію технологічного процесу).

2. Ризик зношення – $Risk^Z$.

Значення ризику, який пов'язаний зі збільшенням кількості бракованих деталей при використанні технічної (технологічної) системи S_j , розраховується за формулою:

$$Risk_i^Z = \sum_{x=0}^y P_{ij}^Z (\Delta K_x) \times \Delta K_x \times V_{\text{âëðð}}^Z, \quad (4)$$

де i – номер операції технологічного процесу, $i = \overline{1, k}$, k – загальна кількість операцій технологічного процесу;

j – номер виду технічної (технологічної) системи, $j = \overline{1, g}$, g – загальна кількість систем;

ΔK_x – збільшення кількості бракованих деталей i -ої операції для розподілу x ;

$V_{\text{âëðð}}^Z$ – вартість витрат, що пов'язані зі збільшенням кількості бракованих деталей при використанні технічної (технологічної) системи S_j (розраховується із техніко-економічного обґрунтування технологічного процесу обробки);

x – крок розподілу ймовірностей збільшення кількості бракованих деталей через дію ризику зношення, $x = \overline{0, y}$, y – загальна кількість кроків розподілу.

3. Ризик помилок планування – $Risk^P$.

Значення ризику, пов'язаного з подовженням технологічного циклу (збільшенням часу виконання операцій) через невідповідність нормативів часу обробки, невірному призначення норми часу на операцію, розраховується за формулою:

$$Risk_i^P = \sum_{n=0}^m P_i^P (\Delta t_n) \times \Delta t_n \times V_{\text{âëðð}}^P, \quad (5)$$

де i – номер операції технологічного процесу, $i = \overline{1, k}$, k – загальна кількість операцій технологічного процесу;

n – крок розподілу ймовірностей збільшення тривалості виконання i -ої операції через дію ризику помилок планування, $n = \overline{0, m}$, m – загальна кількість кроків розподілу.

Δt_n – час, на який збільшилась тривалість виконання i -ої операції для розподілу n ;

$V_{\text{âëðð}}^P$ – вартість витрат, що пов'язані зі збільшенням часу виконання i -ої операції (розраховується із техніко-економічного обґрунтування на операцію).

4. Ризик недостатньої мотивації – $Risk^M$.

Значення ризику, пов'язаного зі збільшенням часу виконання операції конкретним співробітником через низький рівень матеріальної та нематеріальної мотивації, розраховується за формулою:

$$Risk_{ij}^M = \sum_{p=0}^q P_{ij}^M (\Delta t_p) \times \Delta t_p \times V_{\text{âëðð}}^m, \quad (6)$$

де i – номер операції технологічного процесу, $i = \overline{1, k}$, k – загальна кількість операцій технологічного процесу;

j – номер співробітника, що виконує операцію, $j = \overline{1, h}$, h – загальна кількість співробітників;

p – крок розподілу ймовірностей збільшення тривалості виконання i -ої операції через дію ризику недостатньої мотивації, $p = \overline{0, q}$, q – загальна кількість кроків розподілу;

Δt_p – час, на який збільшилась тривалість виконання i -ої операції для розподілу p ;

$V_{\text{âëðð}}^m$ – вартість витрат, що пов'язані зі збільшенням часу виконання i -ої операції (розраховується із техніко-економічного обґрунтування на операцію).

5. Ризик низької професійності – $Risk^K$.

Значення ризику, пов'язаного зі збільшенням кількості бракованих деталей при виконанні i -ої операції конкретним співробітником, розраховується за формулою:

$$Risk_{ij}^K = \sum_{w=0}^v P_{ij}^K (\Delta K_w) \times \Delta K_w \times V_{\text{âëðð}}^k, \quad (7)$$

де i – номер операції технологічного процесу, $i = \overline{1, k}$, k – загальна кількість операцій технологічного процесу;

j – номер співробітника, що виконує операцію, $j = \overline{1, r}$, r – загальна кількість співробітників;

w – крок розподілу ймовірностей збільшення кількості бракованих деталей через дію ризику низької професійності, $w = \overline{0, v}$, v – загальна кількість кроків розподілу;

ΔK_w – збільшення кількості бракованих деталей i -ої операції для розподілу w ;

$V_{\text{âëðð}}^k$ – вартість витрат, що пов'язані зі збільшенням кількості бракованих деталей при виконанні i -ої операції конкретним співробітником (розраховується із техніко-економічного обґрунтування на операцію).

Розроблена математична модель ризиків технологічного процесу обробки деталей.

При управлінні ризиками загальний ризик технологічного процесу обробки деталей з ЕПЖ повинен бути мінімальним, тобто:

$$Risk \rightarrow \min, \\ Risk = \sum_{i=1}^k Risk_i = \sum_{i=1}^k \sum_{n=1}^m Risk_i^n \rightarrow \min, \quad n = \overline{1, m}, \quad i = \overline{1, k}, \quad (8)$$

де n – номер ризику, $n = \overline{1, m}$, m – загальна кількість ризиків;

i – номер операції технологічного процесу, $i = \overline{1, k}$, k – загальна кількість операцій технологічного процесу.

Цільова функція математичної моделі ризиків технологічного процесу обробки деталей з ЕПЖ матиме вигляд:

$$\begin{aligned}
 & \sum_{i=1}^k \left(\sum_{e=0}^f P_i^D(\Delta K_e) \times \Delta K_e \times V_{\hat{a} \hat{e} \hat{o} \hat{\delta}}^D + \right. \\
 & + \sum_{x=0}^y P_{ij}^Z(\Delta K_x) \times \Delta K_x \times V_{\hat{a} \hat{e} \hat{o} \hat{\delta}}^Z + \\
 & + \sum_{n=0}^m P_i^P(\Delta t_n) \times \Delta t_n \times V_{\hat{a} \hat{e} \hat{o} \hat{\delta}}^P + \\
 & + \sum_{p=0}^q P_{ij}^M(\Delta t_p) \times \Delta t_p \times V_{\hat{a} \hat{e} \hat{o} \hat{\delta}}^M + \\
 & \left. + \sum_{w=0}^v P_{ij}^K(\Delta K_w) \times \Delta K_w \times V_{\hat{a} \hat{e} \hat{o} \hat{\delta}}^K \right) \rightarrow \min
 \end{aligned} \tag{9}$$

Обмеженнями математичної моделі ризиків технологічного процесу обробки деталей з ЕПЖ є наступні умови:

$$\begin{aligned}
 0 &< P_i^D(\Delta K_e) < 1, \\
 0 &< P_{ij}^Z(\Delta K_x) < 1, \\
 0 &< P_i^P(\Delta t_n) < 1, \\
 0 &< P_{ij}^M(\Delta t_p) < 1, \\
 0 &< P_{ij}^K(\Delta K_w) < 1.
 \end{aligned}$$

Певні математичні обмеження має функція величини втрат:

$$V_i^n \geq 0, \quad i = \overline{1, k}, \quad n = \overline{1, m},$$

де i – номер операції технологічного процесу, $i = \overline{1, k}$, k – загальна кількість операцій технологічного процесу;

n – номер ризику, $n = \overline{1, m}$, m – загальна кількість ризиків.

Отже для зменшення загального ризику необхідно впливати на рівень мотивації співробітників, дотримуватись вимог складності операції рівню професійності виконавця, вимог технологічної дисципліни та відповідності нормативів часу обробки, перевіряти рівень зношення елементів технологічної системи.

Висновки з даного дослідження і перспективи подальших розвідок у даному напрямку. В даній роботі розроблена математична модель ризиків технологічного процесу обробки деталей з ЕПЖ, що впливають на збільшення собівартості виготовлення деталей. Від рівня собівартості залежать фінансові результати діяльності підприємства, темпи розширеного відтворення, фінансовий стан підприємства [8]. Тому у сучасних умовах з погляду мінімізації витрат на обробку, підвищення якості і, відповідно, конкурентоспроможності підприємства задача виявлення та оцінки можливих ризиків в технологічних процесах обробки і виготовлення деталей є актуальною [1].

Подальші дослідження необхідно проводити у напрямку практичного впровадження та використання математичної моделі на підприємствах машинобудівної галузі.

ЛІТЕРАТУРА

1. Занора В.О. Аналіз ризиків проектів виготовлення деталей на машинобудівних підприємствах / В.О. Занора, А.І. Боркун // Матеріали 3-ей міжнародної науково-практичної конференції «Наука и образование без границ – 2007». – Софія: «Белград», 2007. – Т. 17. – С. 3-5.
2. Машина Н.І. Економічний ризик та методи його вимірювання: навчальний посібник / Н.І. Машина. – Київ: Центр навчальної літератури, 2003. – 188 с.
3. Вітлінський В.В. Аналіз, моделювання та управління економічним ризиком: навч.-метод. посібник для самост. вивч. дисц. / В.В. Вітлінський, П.І. Верченко. – К.: КНЕУ, 2000. – 292 с.
4. Данченко О.Б. Огляд методів аналізу ризиків в проектах / О.Б. Данченко, В.О. Занора // Управління проектами та розвиток виробництва: Зб.наук.пр. – Луганськ: вид-во СЛУ ім. В.Даля, 2007. – №1 (21). – С. 57-64.
5. Базров Б.М. Основы технологии машиностроения: Учебник для вузов / Б.М. Багров. – М.: Машиностроение, 2005. – 736 с.
6. Данченко О.Б. Підходи до управління ризиками банку / О.Б. Данченко, А.І. Боркун, В.О. Занора, А.М. Шевченко // Управління проектами та розвиток виробництва: Зб.наук.пр. – Луганськ: вид-во СЛУ ім. В.Даля, 2010. – №1 (33). – С. 24-29.
7. Ермасова Н. Б. Риск-менеджмент организации / Н.Б. Ермасова – М.: Издательство «Альфа-Пресс», 2005. – 240 с.
8. Олейник О.В. Развитие бухгалтерского учета и контроля в контексте европейской интеграции: монография / О. Олейник, С. Бойко. – Житомир-Краматорск: ЧП «Рута». – 2005. – 588 с.
9. Маталин А.А. Технология машиностроения: Учебник для машиностроительных вузов по специальности «Технология машиностроения, металлорежущие станки и инструменты» / А.А. Маталин. – Л.: Машиностроение, 1985. – 496 с.

Стаття надійшла до редакції 18.08.2010 р.