

СЕКЦІЯ 3

ЕКОНОМІКА ТА УПРАВЛІННЯ НАЦІОНАЛЬНИМ ГОСПОДАРСТВОМ

УДК 331.45

Бойченко Н.В.
кандидат економічних наук, докторант
Института економіки промисловості
Національної академії наук України

ЭКОНОМИКО-МАТЕМАТИЧЕСКИЙ МЕХАНИЗМ УПРАВЛЕНИЯ РИСКАМИ ПОТЕРИ ТРУДОСПОСОБНОСТИ НА ПРОИЗВОДСТВЕ

ECONOMIC AND MATHEMATICAL MECHANISM OF RISK MANAGEMENT IN CASES OF THE DISABILITY AS A RESULT OF PRODUCTION ACCIDENT

АННОТАЦИЯ

В статье представлен экономико-математический механизм управления рисками потери трудоспособности на производстве. Механизм раскрывает влияние вида риска, вероятности и причин возникновения, включая организационные, технические и психофизические причины, размер ущерба и т.д., на доход промышленного предприятия. Реализация механизма позволит осуществлять эффективную разработку и реализацию комплекса мероприятий, направленных на снижение рисков составляющей производства.

Ключевые слова: механизм, управление, профессиональные риски, затраты, доход.

АНОТАЦІЯ

У статті представлено економіко-математичний механізм управління ризиками втрати працездатності на виробництві. Механізм розкриває вплив виду ризику, ймовірності та причин виникнення, враховуючи організаційні, технічні, психофізичні та інші причини, на дохід промислового підприємства. Реалізація механізму дозволить здійснювати ефективну розробку та реалізацію комплексу заходів, спрямованих на зниження ризику складової виробництва.

Ключові слова: механізм, управління, професійні ризики, витрати, доход.

ANNOTATION

The article presents an economical and mathematical mechanism of risk management in cases of the disability as a result of production accident. It reveals the influence of type of risk, its probability and causes, including organizational, technical and psycho-physical causes, damages, etc. on the income of industrial enterprises. The implementation of the mechanism will allow conducting the effective development and implementation of complex of measures aimed at reducing the risk component of production.

Keywords: mechanism, management, professional risks, costs, income.

Постановка проблеми. В сучасних умовах функціонування українського виробництва однією з проблем, що вимагають швидкого розв'язання, є забезпечення професійної безпеки та зменшення рівня виробничого травматизму. Забезпечення належного рівня безпеки виробництва на промислових підприємствах дозволить останнім підвищити рівень власної ефективності виробництва, міжнародний та внутрішній імідж, а також забезпечити підвищення

ефективності функціонування національної економіки з метою зменшення прямих та косвенних втрат, пов'язаних з випадками травматизму на виробництві.

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Питання розв'язання проблем підвищення ефективності заходів по охороні праці піднімаються в роботах вчених та практиків. Так, Е. Мартякова обґрунтовує необхідність реформування економічного механізму управління охороною праці, зумовлену ізоляцією принципів і підходів управління охороною праці від ринкової економіки [1]. В роботах [2; 3] запропоновано напрямки розвитку підходів до управління професійними ризиками. По думці С. Тулупова і В. Сабадаша, управління безпекою праці здійснюється не на окремих факторах, а на системі «людина-техніка-середовище» [4, с. 113]. Необхідно враховувати економічну складову системи, витрати на уникнення наслідків, або витрати на їх запобігання. Таким чином, обґрунтовується необхідність розробки системного механізму, що включає всі елементи, що впливають на рівень професійної безпеки, і спрогнозувати, і впливати на ризик втрати трудоспособності.

Метою роботи є розробка економіко-математичного механізму управління ризиками втрати трудоспособності на основі виробничої функції Кобба-Дугласа.

Основний матеріал. Наслідками професійних ризиків можуть бути професійне захворювання, виробничий травматизм або смертельний вихід. Дані професійні ризики мають різну ступінь впливу на загальний рівень продуктивності праці підприємства. Професійні ризики викликають пряме впливання на продуктивність праці підприємства і призводять до її зменшення, а відповідно, є причиною значеских фінансових витрат.

Представим графически зависимость производительности труда от профессиональных рисков (рис. 1)

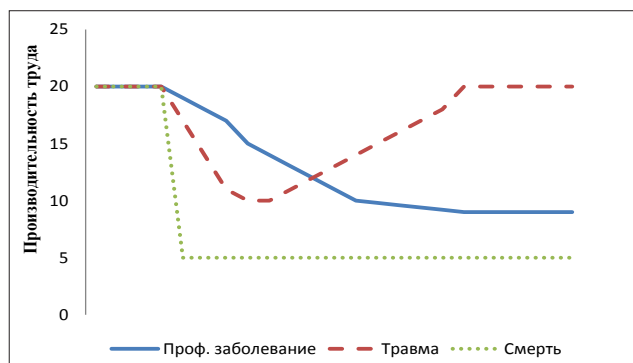


Рис. 1. Зависимость производительности труда от профессиональных рисков

Механизм управления рисками потери трудоспособности на производстве предполагает структуризацию профессиональных рисков и мероприятий по их предупреждению с последующей оценкой вероятности их возникновения и связанного экономического ущерба, а также выработку рационального соотношения объективных и субъективных профилактических мероприятий по предупреждению и устранению последствий от наступления профессиональных рисков.

Математически структуру профессиональных рисков предприятия можно представить так:

$$D = \{y_1, y_2, y_3\}, \quad (1)$$

где y_1 – риски, связанные с профессиональными заболеваниями;

y_2 – риски, связанные с производственными травмами;

y_3 – риски, связанные со смертью работника.

Каждый из рисков y_1, y_2, y_3 характеризуется таким набором параметров:

$$y_1 = \begin{bmatrix} p_i^{y_1} \\ \omega_i^{y_1} \end{bmatrix}, y_2 = \begin{bmatrix} p_i^{y_2} \\ \omega_i^{y_2} \end{bmatrix}, y_3 = \begin{bmatrix} p_i^{y_3} \\ \omega_i^{y_3} \end{bmatrix}, \quad (2)$$

где $p_i^{y_1}, p_i^{y_2}, p_i^{y_3}$ – вероятности риска возникновения соответствующего инцидента на производстве;

$\omega_i^{y_1}, \omega_i^{y_2}, \omega_i^{y_3}$ – вероятности среднего ущерба от наступления инцидента на производстве.

Кроме того, параметры $p_i^{y_1}, p_i^{y_2}, p_i^{y_3}$ в соответствии с [5], характеризуются такой математической зависимостью:

$$p_i^{y_1} = \begin{bmatrix} z_1 \mu_1 \\ z_1 \mu_2 \\ z_1 \mu_3 \end{bmatrix}, p_i^{y_2} = \begin{bmatrix} z_1 \mu_1 \\ z_1 \mu_2 \\ z_1 \mu_3 \end{bmatrix}, p_i^{y_3} = \begin{bmatrix} z_1 \mu_1 \\ z_1 \mu_2 \\ z_1 \mu_3 \end{bmatrix}, \quad (3)$$

где μ_1 – параметр, определяющий риск возникновения инцидента i на предприятии как маловероятный;

μ_2 – параметр, определяющий риск возникновения инцидента i на предприятии как вероятный;

μ_3 – параметр, определяющий риск возник-

новения инцидента i на предприятии как высоко вероятный;

z_1 – бинарная переменная, которая определяет возникновения инцидента i на предприятии.

Также, параметры $\omega_i^{y_1}, \omega_i^{y_2}, \omega_i^{y_3}$ величины ущерба характеризуются такой математической зависимостью:

$$\omega_i^{y_1} = \begin{bmatrix} z_2 v_1 \\ z_2 v_2 \\ z_2 v_3 \end{bmatrix}, \omega_i^{y_2} = \begin{bmatrix} z_2 v_1 \\ z_2 v_2 \\ z_2 v_3 \end{bmatrix}, \omega_i^{y_3} = \begin{bmatrix} z_2 v_1 \\ z_2 v_2 \\ z_2 v_3 \end{bmatrix}, \quad (4)$$

где v_1 – параметр, определяющий средний ущерб от наступления инцидента i на производстве как незначительный;

v_2 – параметр, определяющий средний ущерб от наступления инцидента i на производстве как умеренно значимый;

v_3 – параметр, определяющий средний ущерб от наступления инцидента i на производстве как серьезный;

z_2 – бинарная переменная, которая определяет возникновения инцидента i на предприятии.

Далее выразим основные математические зависимости механизма управления рисками потери трудоспособности на производстве.

Механизм основан на использовании производственной функции Кобба-Дугласа, а именно:

$$Y = AK^\alpha L^\beta, \quad (5)$$

где Y – доход промышленного предприятия от продажи готовой продукции;

A – параметр, характеризующий эффективность основного бизнес-процесса промышленного предприятия;

K – параметр, характеризующий величину капитала промышленного предприятия и выражающийся через сумму амортизационных отчислений в соответствии с законодательством;

α – параметр, характеризующий производительность оборудования промышленного предприятия;

L – параметр, характеризующий рабочую силу промышленного предприятия и выражающийся через сумму фонда оплаты труда и начислений на него;

β – параметр, характеризующий производительность труда промышленного предприятия.

Производственная функция в этом случае используется с некоторыми внутренними модификациями. Во-первых, под влиянием профессиональных рисков на производстве величина человеческого капитала не всегда равна количеству работающих сотрудников. Это объясняется тем, что сотрудник, получивший, например, производственную травму, учитывается при формировании денежных отчислений на него, в виде, например, оплаты больничного листа. Однако на производительность труда на предприятии этот сотрудник положительного влияния уже не оказывает, по крайней мере, на время реабилитации после производственной травмы. Таким образом, следует различать фактическое значение рабочей силы L на промышленном предприятии и ее фиксированное значение L' ,

которые подчиняются такой математической зависимости:

$$L \neq L'. \quad (6)$$

Кроме этого, величину фактического значения рабочей силы L на промышленном предприятии можно записать как:

$$L = \sum_{k=1}^N w_k L'_k, \quad (7)$$

где w_k – средняя заработная плата сотрудников по тарифной категории промышленного предприятия;

L'_k – численность сотрудников тарифной категории промышленного предприятия;

N – общее количество тарифных категорий сотрудников, работающих на промышленном предприятии.

Во-вторых, параметры α и β не совпадают с характеристиками производительности оборудования и производительности труда промышленного предприятия.

Следовательно, параметры α и β могут быть определены так:

$$\alpha = \sum \phi b_j B_j, \quad (8)$$

где b_j – производительность оборудования группы j ;

B_j – количество производственного оборудования группы j ;

ϕ – коэффициент пропорциональности производительности оборудования;

M – количество групп оборудования, которое функционирует на промышленном предприятии.

Аналогичным образом запишем математическое выражение для параметра β :

$$\beta = \sum_{k=1}^N \eta \tau_k L'_k, \quad (9)$$

где τ_k – производительность труда работников промышленного предприятия тарифной категории k ;

η – коэффициент пропорциональности производительности труда работников промышленного предприятия.

Далее определим причины возникновения профессиональных рисков. Эти причины подразделяются на технические, организационные и психофизиологические.

Множество технических причин возникновения профессиональных рисков на промышленном предприятии определяется такой математической зависимостью:

$$TECH = \left\{ \begin{matrix} d_1 \\ \dots \\ d_4 \end{matrix} \right\}, \quad (10)$$

где d_1 – конструктивные недостатки, недостаточная надежность средств производства;

d_2 – несоответствие требованиям безопасности технологического процесса;

d_3 – неудовлетворительное техническое состояние производственных объектов и средств;

d_4 – прочие технические причины;

$TECH$ – это множество технических причин возникновения профессиональных рисков.

Множество организационных причин возникновения профессиональных рисков на промышленном предприятии определяется такой математической зависимостью:

$$ORG = \left\{ \begin{matrix} d_5 \\ \dots \\ d_{13} \end{matrix} \right\}, \quad (11)$$

где d_5 – недостатки в обучении безопасным приемам труда;

d_6 – нарушение режима труда и отдыха;

d_7 – отсутствие проведения медицинского осмотра;

d_8 – неиспользование средств индивидуальной защиты;

d_9 – нарушение технологического процесса;

d_{10} – нарушение требований безопасности во время эксплуатации оборудования, машин, механизмов;

d_{11} – несоблюдение правил перемещения опасных объектов;

d_{12} – нарушение трудовой и производственной дисциплины;

d_{13} – другие организационные причины;

ORG – это множество организационных причин возникновения профессиональных рисков. На промышленном предприятии они определяются такой математической зависимостью:

$$PSY = \left\{ \begin{matrix} d_{14} \\ d_{15} \end{matrix} \right\}, \quad (12)$$

где d_{14} – алкогольное, наркотическое опьянение;

d_{15} – другие психофизиологические причины;

PSY – это множество психофизиологических причин возникновения профессиональных рисков.

Таким образом, множество инцидентов на промышленном предприятии, которое может привести к возникновению случая профессиональных рисков, определяется таким образом:

$$i = TECH + ORG + PSY + d_{16}, \quad (13)$$

где d_{16} – другие причины возникновения профессиональных рисков (без учета технических, организационных, психофизиологических).

Далее необходимо определить условия труда, при которых возможно наступление профессионального риска на промышленном предприятии, которые, записываются так:

$$\begin{cases} y_1 = \sum_{m=1}^M \hat{y}_1 x_m \\ y_2 = \sum_{m=1}^M \hat{y}_2 x_m, \\ y_3 = \sum_{m=1}^{10} \hat{y}_3 x_m \end{cases} \quad (14)$$

где $\hat{y}_1 x_m$ – удельный вес штатных работников, занятых в соответствующих вредных и опасных условиях труда m , которые подверглись производственному травматизму;

$\hat{y}_2 x_m$ – удельный вес штатных работников, занятых в соответствующих вредных и опасных условиях труда t , которые подверглись профзаболеванию;

$\hat{y}_3 x_m$ – удельный вес штатных работников, занятых в соответствующих вредных и опасных условиях труда t , которые погибли вследствие наступления профессионального риска.

Далее определим количество типов условий труда, при которых вероятно наступление профессиональных рисков, и которое записывается таким образом:

$$M = \left\{ \begin{matrix} m_1 \\ \dots \\ m_{10} \end{matrix} \right\}, \quad (15)$$

где m_1 – условия труда, которые не отвечают санитарно-гигиеническим нормам;

m_2 – вредные химические вещества 1–4 классов опасности;

m_3 – пыль, преимущественно фиброгенного действия;

m_4 – вибрация;

m_5 – шум, ультразвук, инфразвук;

m_6 – микроклимат в помещении;

m_7 – температура воздуха и атмосферное давление;

m_8 – работа с тяжестями;

m_9 – рабочая поза;

m_{10} – напряжение труда.

Таким образом, профессиональные риски

возникновения производственных травм определяются так:

$$N_1(M, \sigma) = \begin{matrix} M_{m_1, \sigma_1}^1 & M_{m_2, \sigma_1}^1 & M_{m_3, \sigma_1}^1 & M_{m_4, \sigma_1}^1 & M_{m_5, \sigma_1}^1 & M_{m_6, \sigma_1}^1 & M_{m_7, \sigma_1}^1 & M_{m_8, \sigma_1}^1 & M_{m_9, \sigma_1}^1 & M_{m_{10}, \sigma_1}^1 \\ M_{m_1, \sigma_2}^2 & M_{m_2, \sigma_2}^2 & M_{m_3, \sigma_2}^2 & M_{m_4, \sigma_2}^2 & M_{m_5, \sigma_2}^2 & M_{m_6, \sigma_2}^2 & M_{m_7, \sigma_2}^2 & M_{m_8, \sigma_2}^2 & M_{m_9, \sigma_2}^2 & M_{m_{10}, \sigma_2}^2 \\ M_{m_1, \sigma_3}^3 & M_{m_2, \sigma_3}^3 & M_{m_3, \sigma_3}^3 & M_{m_4, \sigma_3}^3 & M_{m_5, \sigma_3}^3 & M_{m_6, \sigma_3}^3 & M_{m_7, \sigma_3}^3 & M_{m_8, \sigma_3}^3 & M_{m_9, \sigma_3}^3 & M_{m_{10}, \sigma_3}^3 \\ M_{m_1, \sigma_4}^4 & M_{m_2, \sigma_4}^4 & M_{m_3, \sigma_4}^4 & M_{m_4, \sigma_4}^4 & M_{m_5, \sigma_4}^4 & M_{m_6, \sigma_4}^4 & M_{m_7, \sigma_4}^4 & M_{m_8, \sigma_4}^4 & M_{m_9, \sigma_4}^4 & M_{m_{10}, \sigma_4}^4 \\ M_{m_1, \sigma_5}^5 & M_{m_2, \sigma_5}^5 & M_{m_3, \sigma_5}^5 & M_{m_4, \sigma_5}^5 & M_{m_5, \sigma_5}^5 & M_{m_6, \sigma_5}^5 & M_{m_7, \sigma_5}^5 & M_{m_8, \sigma_5}^5 & M_{m_9, \sigma_5}^5 & M_{m_{10}, \sigma_5}^5 \\ M_{m_1, \sigma_6}^6 & M_{m_2, \sigma_6}^6 & M_{m_3, \sigma_6}^6 & M_{m_4, \sigma_6}^6 & M_{m_5, \sigma_6}^6 & M_{m_6, \sigma_6}^6 & M_{m_7, \sigma_6}^6 & M_{m_8, \sigma_6}^6 & M_{m_9, \sigma_6}^6 & M_{m_{10}, \sigma_6}^6 \\ M_{m_1, \sigma_7}^7 & M_{m_2, \sigma_7}^7 & M_{m_3, \sigma_7}^7 & M_{m_4, \sigma_7}^7 & M_{m_5, \sigma_7}^7 & M_{m_6, \sigma_7}^7 & M_{m_7, \sigma_7}^7 & M_{m_8, \sigma_7}^7 & M_{m_9, \sigma_7}^7 & M_{m_{10}, \sigma_7}^7 \\ M_{m_1, \sigma_8}^8 & M_{m_2, \sigma_8}^8 & M_{m_3, \sigma_8}^8 & M_{m_4, \sigma_8}^8 & M_{m_5, \sigma_8}^8 & M_{m_6, \sigma_8}^8 & M_{m_7, \sigma_8}^8 & M_{m_8, \sigma_8}^8 & M_{m_9, \sigma_8}^8 & M_{m_{10}, \sigma_8}^8 \\ M_{m_1, \sigma_9}^9 & M_{m_2, \sigma_9}^9 & M_{m_3, \sigma_9}^9 & M_{m_4, \sigma_9}^9 & M_{m_5, \sigma_9}^9 & M_{m_6, \sigma_9}^9 & M_{m_7, \sigma_9}^9 & M_{m_8, \sigma_9}^9 & M_{m_9, \sigma_9}^9 & M_{m_{10}, \sigma_9}^9 \\ M_{m_1, \sigma_{10}}^{10} & M_{m_2, \sigma_{10}}^{10} & M_{m_3, \sigma_{10}}^{10} & M_{m_4, \sigma_{10}}^{10} & M_{m_5, \sigma_{10}}^{10} & M_{m_6, \sigma_{10}}^{10} & M_{m_7, \sigma_{10}}^{10} & M_{m_8, \sigma_{10}}^{10} & M_{m_9, \sigma_{10}}^{10} & M_{m_{10}, \sigma_{10}}^{10} \end{matrix} \cdot (16)$$

Профессиональные риски возникновения профзаболеваний определяются таким образом:

$$N_2(M, \sigma) = \begin{matrix} M_{m_1, \sigma_1}^{21} & M_{m_2, \sigma_1}^{21} & M_{m_3, \sigma_1}^{21} & M_{m_4, \sigma_1}^{21} & M_{m_5, \sigma_1}^{21} & M_{m_6, \sigma_1}^{21} & M_{m_7, \sigma_1}^{21} & M_{m_8, \sigma_1}^{21} & M_{m_9, \sigma_1}^{21} & M_{m_{10}, \sigma_1}^{21} \\ M_{m_1, \sigma_2}^{22} & M_{m_2, \sigma_2}^{22} & M_{m_3, \sigma_2}^{22} & M_{m_4, \sigma_2}^{22} & M_{m_5, \sigma_2}^{22} & M_{m_6, \sigma_2}^{22} & M_{m_7, \sigma_2}^{22} & M_{m_8, \sigma_2}^{22} & M_{m_9, \sigma_2}^{22} & M_{m_{10}, \sigma_2}^{22} \\ M_{m_1, \sigma_3}^{23} & M_{m_2, \sigma_3}^{23} & M_{m_3, \sigma_3}^{23} & M_{m_4, \sigma_3}^{23} & M_{m_5, \sigma_3}^{23} & M_{m_6, \sigma_3}^{23} & M_{m_7, \sigma_3}^{23} & M_{m_8, \sigma_3}^{23} & M_{m_9, \sigma_3}^{23} & M_{m_{10}, \sigma_3}^{23} \\ M_{m_1, \sigma_4}^{24} & M_{m_2, \sigma_4}^{24} & M_{m_3, \sigma_4}^{24} & M_{m_4, \sigma_4}^{24} & M_{m_5, \sigma_4}^{24} & M_{m_6, \sigma_4}^{24} & M_{m_7, \sigma_4}^{24} & M_{m_8, \sigma_4}^{24} & M_{m_9, \sigma_4}^{24} & M_{m_{10}, \sigma_4}^{24} \\ M_{m_1, \sigma_5}^{25} & M_{m_2, \sigma_5}^{25} & M_{m_3, \sigma_5}^{25} & M_{m_4, \sigma_5}^{25} & M_{m_5, \sigma_5}^{25} & M_{m_6, \sigma_5}^{25} & M_{m_7, \sigma_5}^{25} & M_{m_8, \sigma_5}^{25} & M_{m_9, \sigma_5}^{25} & M_{m_{10}, \sigma_5}^{25} \\ M_{m_1, \sigma_6}^{26} & M_{m_2, \sigma_6}^{26} & M_{m_3, \sigma_6}^{26} & M_{m_4, \sigma_6}^{26} & M_{m_5, \sigma_6}^{26} & M_{m_6, \sigma_6}^{26} & M_{m_7, \sigma_6}^{26} & M_{m_8, \sigma_6}^{26} & M_{m_9, \sigma_6}^{26} & M_{m_{10}, \sigma_6}^{26} \\ M_{m_1, \sigma_7}^{27} & M_{m_2, \sigma_7}^{27} & M_{m_3, \sigma_7}^{27} & M_{m_4, \sigma_7}^{27} & M_{m_5, \sigma_7}^{27} & M_{m_6, \sigma_7}^{27} & M_{m_7, \sigma_7}^{27} & M_{m_8, \sigma_7}^{27} & M_{m_9, \sigma_7}^{27} & M_{m_{10}, \sigma_7}^{27} \\ M_{m_1, \sigma_8}^{28} & M_{m_2, \sigma_8}^{28} & M_{m_3, \sigma_8}^{28} & M_{m_4, \sigma_8}^{28} & M_{m_5, \sigma_8}^{28} & M_{m_6, \sigma_8}^{28} & M_{m_7, \sigma_8}^{28} & M_{m_8, \sigma_8}^{28} & M_{m_9, \sigma_8}^{28} & M_{m_{10}, \sigma_8}^{28} \\ M_{m_1, \sigma_9}^{29} & M_{m_2, \sigma_9}^{29} & M_{m_3, \sigma_9}^{29} & M_{m_4, \sigma_9}^{29} & M_{m_5, \sigma_9}^{29} & M_{m_6, \sigma_9}^{29} & M_{m_7, \sigma_9}^{29} & M_{m_8, \sigma_9}^{29} & M_{m_9, \sigma_9}^{29} & M_{m_{10}, \sigma_9}^{29} \\ M_{m_1, \sigma_{10}}^{30} & M_{m_2, \sigma_{10}}^{30} & M_{m_3, \sigma_{10}}^{30} & M_{m_4, \sigma_{10}}^{30} & M_{m_5, \sigma_{10}}^{30} & M_{m_6, \sigma_{10}}^{30} & M_{m_7, \sigma_{10}}^{30} & M_{m_8, \sigma_{10}}^{30} & M_{m_9, \sigma_{10}}^{30} & M_{m_{10}, \sigma_{10}}^{30} \end{matrix} \cdot (17)$$

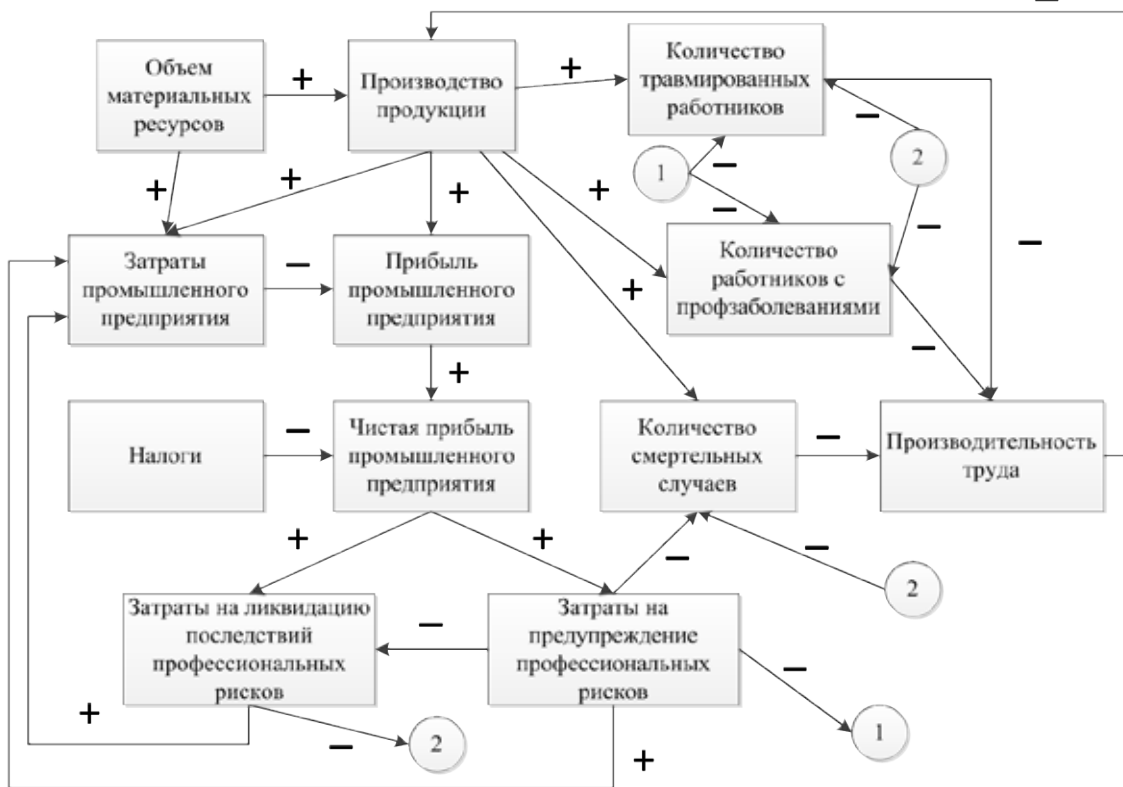


Рис. 2. Причинно-следственные связи механизма управления рисками потери трудоспособности на производстве

Профессиональные риски возникновения смертельных случаев определяются таким образом:

$$N_{13}(M, \sigma) = \begin{pmatrix} M_{m_{d1}}^{y_1} & M_{m_{d2}}^{y_1} & M_{m_{d3}}^{y_1} & M_{m_{d4}}^{y_1} & M_{m_{d5}}^{y_1} & M_{m_{d6}}^{y_1} & M_{m_{d7}}^{y_1} & M_{m_{d8}}^{y_1} & M_{m_{d9}}^{y_1} & M_{m_{d10}}^{y_1} & M_{m_{d11}}^{y_1} \\ M_{m_{d1}}^{y_2} & M_{m_{d2}}^{y_2} & M_{m_{d3}}^{y_2} & M_{m_{d4}}^{y_2} & M_{m_{d5}}^{y_2} & M_{m_{d6}}^{y_2} & M_{m_{d7}}^{y_2} & M_{m_{d8}}^{y_2} & M_{m_{d9}}^{y_2} & M_{m_{d10}}^{y_2} & M_{m_{d11}}^{y_2} \\ M_{m_{d1}}^{y_3} & M_{m_{d2}}^{y_3} & M_{m_{d3}}^{y_3} & M_{m_{d4}}^{y_3} & M_{m_{d5}}^{y_3} & M_{m_{d6}}^{y_3} & M_{m_{d7}}^{y_3} & M_{m_{d8}}^{y_3} & M_{m_{d9}}^{y_3} & M_{m_{d10}}^{y_3} & M_{m_{d11}}^{y_3} \\ M_{m_{d1}}^{y_4} & M_{m_{d2}}^{y_4} & M_{m_{d3}}^{y_4} & M_{m_{d4}}^{y_4} & M_{m_{d5}}^{y_4} & M_{m_{d6}}^{y_4} & M_{m_{d7}}^{y_4} & M_{m_{d8}}^{y_4} & M_{m_{d9}}^{y_4} & M_{m_{d10}}^{y_4} & M_{m_{d11}}^{y_4} \\ M_{m_{d1}}^{y_5} & M_{m_{d2}}^{y_5} & M_{m_{d3}}^{y_5} & M_{m_{d4}}^{y_5} & M_{m_{d5}}^{y_5} & M_{m_{d6}}^{y_5} & M_{m_{d7}}^{y_5} & M_{m_{d8}}^{y_5} & M_{m_{d9}}^{y_5} & M_{m_{d10}}^{y_5} & M_{m_{d11}}^{y_5} \\ M_{m_{d1}}^{y_6} & M_{m_{d2}}^{y_6} & M_{m_{d3}}^{y_6} & M_{m_{d4}}^{y_6} & M_{m_{d5}}^{y_6} & M_{m_{d6}}^{y_6} & M_{m_{d7}}^{y_6} & M_{m_{d8}}^{y_6} & M_{m_{d9}}^{y_6} & M_{m_{d10}}^{y_6} & M_{m_{d11}}^{y_6} \\ M_{m_{d1}}^{y_7} & M_{m_{d2}}^{y_7} & M_{m_{d3}}^{y_7} & M_{m_{d4}}^{y_7} & M_{m_{d5}}^{y_7} & M_{m_{d6}}^{y_7} & M_{m_{d7}}^{y_7} & M_{m_{d8}}^{y_7} & M_{m_{d9}}^{y_7} & M_{m_{d10}}^{y_7} & M_{m_{d11}}^{y_7} \\ M_{m_{d1}}^{y_8} & M_{m_{d2}}^{y_8} & M_{m_{d3}}^{y_8} & M_{m_{d4}}^{y_8} & M_{m_{d5}}^{y_8} & M_{m_{d6}}^{y_8} & M_{m_{d7}}^{y_8} & M_{m_{d8}}^{y_8} & M_{m_{d9}}^{y_8} & M_{m_{d10}}^{y_8} & M_{m_{d11}}^{y_8} \\ M_{m_{d1}}^{y_9} & M_{m_{d2}}^{y_9} & M_{m_{d3}}^{y_9} & M_{m_{d4}}^{y_9} & M_{m_{d5}}^{y_9} & M_{m_{d6}}^{y_9} & M_{m_{d7}}^{y_9} & M_{m_{d8}}^{y_9} & M_{m_{d9}}^{y_9} & M_{m_{d10}}^{y_9} & M_{m_{d11}}^{y_9} \\ M_{m_{d1}}^{y_{10}} & M_{m_{d2}}^{y_{10}} & M_{m_{d3}}^{y_{10}} & M_{m_{d4}}^{y_{10}} & M_{m_{d5}}^{y_{10}} & M_{m_{d6}}^{y_{10}} & M_{m_{d7}}^{y_{10}} & M_{m_{d8}}^{y_{10}} & M_{m_{d9}}^{y_{10}} & M_{m_{d10}}^{y_{10}} & M_{m_{d11}}^{y_{10}} \\ M_{m_{d1}}^{y_{11}} & M_{m_{d2}}^{y_{11}} & M_{m_{d3}}^{y_{11}} & M_{m_{d4}}^{y_{11}} & M_{m_{d5}}^{y_{11}} & M_{m_{d6}}^{y_{11}} & M_{m_{d7}}^{y_{11}} & M_{m_{d8}}^{y_{11}} & M_{m_{d9}}^{y_{11}} & M_{m_{d10}}^{y_{11}} & M_{m_{d11}}^{y_{11}} \\ M_{m_{d1}}^{y_{12}} & M_{m_{d2}}^{y_{12}} & M_{m_{d3}}^{y_{12}} & M_{m_{d4}}^{y_{12}} & M_{m_{d5}}^{y_{12}} & M_{m_{d6}}^{y_{12}} & M_{m_{d7}}^{y_{12}} & M_{m_{d8}}^{y_{12}} & M_{m_{d9}}^{y_{12}} & M_{m_{d10}}^{y_{12}} & M_{m_{d11}}^{y_{12}} \\ M_{m_{d1}}^{y_{13}} & M_{m_{d2}}^{y_{13}} & M_{m_{d3}}^{y_{13}} & M_{m_{d4}}^{y_{13}} & M_{m_{d5}}^{y_{13}} & M_{m_{d6}}^{y_{13}} & M_{m_{d7}}^{y_{13}} & M_{m_{d8}}^{y_{13}} & M_{m_{d9}}^{y_{13}} & M_{m_{d10}}^{y_{13}} & M_{m_{d11}}^{y_{13}} \\ M_{m_{d1}}^{y_{14}} & M_{m_{d2}}^{y_{14}} & M_{m_{d3}}^{y_{14}} & M_{m_{d4}}^{y_{14}} & M_{m_{d5}}^{y_{14}} & M_{m_{d6}}^{y_{14}} & M_{m_{d7}}^{y_{14}} & M_{m_{d8}}^{y_{14}} & M_{m_{d9}}^{y_{14}} & M_{m_{d10}}^{y_{14}} & M_{m_{d11}}^{y_{14}} \\ M_{m_{d1}}^{y_{15}} & M_{m_{d2}}^{y_{15}} & M_{m_{d3}}^{y_{15}} & M_{m_{d4}}^{y_{15}} & M_{m_{d5}}^{y_{15}} & M_{m_{d6}}^{y_{15}} & M_{m_{d7}}^{y_{15}} & M_{m_{d8}}^{y_{15}} & M_{m_{d9}}^{y_{15}} & M_{m_{d10}}^{y_{15}} & M_{m_{d11}}^{y_{15}} \\ M_{m_{d1}}^{y_{16}} & M_{m_{d2}}^{y_{16}} & M_{m_{d3}}^{y_{16}} & M_{m_{d4}}^{y_{16}} & M_{m_{d5}}^{y_{16}} & M_{m_{d6}}^{y_{16}} & M_{m_{d7}}^{y_{16}} & M_{m_{d8}}^{y_{16}} & M_{m_{d9}}^{y_{16}} & M_{m_{d10}}^{y_{16}} & M_{m_{d11}}^{y_{16}} \end{pmatrix} \quad (18)$$

Также справедливо соотношение:

$$\begin{cases} M^{y_1} - M_{\emptyset} \leq 3\sigma \\ M^{y_2} - M_{\emptyset} \leq 3\sigma \\ M^{y_3} - M_{\emptyset} \leq 3\sigma \end{cases} \quad (19)$$

Далее определим затраты промышленного предприятия по формуле:

$$C = C_{fix} + C_{var} + C_{sw}, \quad (20)$$

где C_{fix} – постоянные затраты промышленного предприятия, кроме затрат, связанных с профессиональными рисками;

C_{var} – переменные затраты промышленного предприятия, кроме затрат, связанных с профессиональными рисками;

C_{sw} – затраты, связанные с профессиональными рисками промышленного предприятия.

Структура затрат, связанных с профессиональными рисками промышленного предприятия, представлена такой математической формулой:

$$C_{sw} = \sum_{d=1}^{16} c_d, \quad (21)$$

где c_d – затраты промышленного предприятия, в соответствии с причинами возникновения профессиональных рисков группы.

Механизм управления рисками потери трудоспособности на производстве основывается на таких предположениях:

1. Формирование денежных средств, предназначенных для устранения и предупреждения возникновения инцидентов, связанных с производственными травмами и профзаболеваниями, осуществляется исключительно за счет собственных финансовых ресурсов.

2. Профилактические мероприятия, а следовательно, направлениями расходования денежных средств промышленного предприятия, осуществляются в соответствии с формулой (13).

3. Период моделирования равен одному месяцу, что продиктовано процессом составления производственной и финансовой отчетности.

4. Срок моделирования равен пяти годам, т.е. шестидесяти месяцам.

Диаграмма причинно-следственных связей механизма управления рисками потери трудоспособности на производстве представлена на рисунке 2.

Введем основные условные обозначения, которые представлены в таблице 1.

Механизм управления рисками потери трудоспособности на производстве в нотации PowerSim представлен на рисунке 3.

Выводы. Таким образом, механизм управления рисками потери трудоспособности на производстве позволит повысить эффективность функционирования промышленного предприятия путем повышения безопасности производства и снижения соответствующих затрат.

Кроме того, этот механизм является инструментом принятия стратегических решений по управлению производственной безопасностью промышленного предприятия, а также управ-

Таблица 1

Основные условные обозначения механизма управления рисками потери трудоспособности на производстве

№ п/п	Математическое обозначение	Обозначение PowerSim	Содержание обозначения
1	Y	Revenue	Доход от продажи готовой продукции.
2	A	A	Параметр, характеризующий эффективность основного бизнес-процесса промышленного предприятия.
3	K	Amortization	Сумма амортизационных отчислений в соответствии с законодательством.
4	L	Labour	Сумма фонда оплаты труда промышленного предприятия и начислений на него.
5	α	Alpha	Параметр, характеризующий производительность оборудования промышленного предприятия.
6	β	Beta	Параметр, характеризующий производительность труда промышленного предприятия.
7	c_d	Costs_1-Costs_16	Затраты на соответствующие профессиональные риски.
8	C_{fix}	Fix_Costs	Сумма постоянных затрат промышленного предприятия.
9	C_{var}	Variable_Costs	Сумма переменных затрат промышленного предприятия.
10	C_{sw}	Safety_Costs	Затраты промышленного предприятия, в соответствии с причинами возникновения профессиональных рисков.

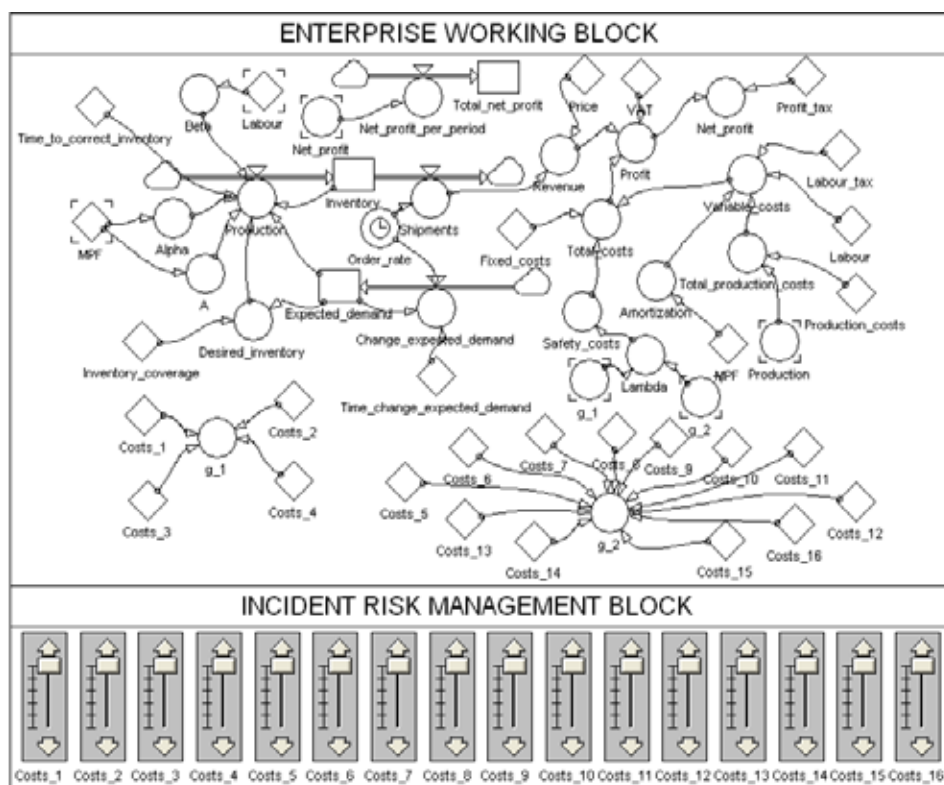


Рис. 3. Механізм управління ризиками втрати трудоспособності на виробництві в нотации PowerSim

лення фінансовими ресурсами в області ліквідації та профілактики виникнення випадків виробничих ризиків на промисловому підприємстві.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК:

1. Мартякова Е.В. Реформирование экономического механизма управления охраной труда в Украине / Е.В. Мартякова // Охрана труда. – 1998. – № 6. – С. 9–12.
2. Бойченко Н.В. Совершенствование системы охраны труда на основе управления профессиональными рисками / Н.В. Бойченко // Проблеми інноваційного розвитку України: зб. наук. праць з актуальних проблем економічних наук : у 2-х частинах. – Дніпропетровськ : Видавничий дім «Гельветика», 2014. – Ч.1. – С. 88–92.
3. Бойченко Н.В. Реализация системных методов управления профессиональными рисками / Н.В. Бойченко // Технологический аудит и резервы производства. – 2014. – № 3/3(17). – С. 20–22.
4. Тулунов С.Д. Судова експертиза порушень у галузі безпеки життєдіяльності, охорони праці та ергономічного забезпечення / С.Д. Тулунов, В.В. Сабадаш // Вестник Харьковського національного автомобільно-дорожного університета. – 2006. – № 32. – С. 113–116.
5. Муртонен М. Оценка рисков на рабочем месте / М. Муртонен // На допомогу спеціалісту з охорони праці – 2012. – № 9. – С. 8–49.