

## МАТЕМАТИЧНЕ МОДЕЛЮВАННЯ МЕХАНІЗМІВ СТИМУЛЮВАННЯ ДІЯЛЬНОСТІ ПІДПРИЄМСТВ ПО ЗНИЖЕННЮ ТЕХНОГЕННОГО ТА ПРИРОДНОГО РИЗИКУ

**Анотація.** В роботі схарактеризовано та побудовано модель економічних механізмів управління рівнем ризику, що спрямовуються на вдосконалення технології, на попередження виникнення нештатних ситуацій, зміцнення виробничої і технологічної дисципліни, на природоохоронні заходи.

**Ключові слова:** економіко-математичне моделювання, рівень ризику, надзвичайна ситуація, природоохоронні заходи, рівень безпеки.

Система управління безпекою від природних і техногенних катастроф повинна бути орієнтована, в першу чергу, на запобігання і зменшення ймовірності виникнення надзвичайних ситуацій, а також на скорочення масштабів наслідків надзвичайних ситуацій.

З метою управління рівнем безпеки при техногенних і природних катастрофах потрібно мати відповідні оцінки, які визначають рівень безпеки. Визначення рівня безпеки починається з формування системи показників, що характеризують стан регіону з точки зору можливості виникнення надзвичайних ситуацій. При цьому слід здійснювати оцінку локальних ризиків виникнення надзвичайних ситуацій і переходити від набору локальних оцінок ризиків до інтегральної (комплексної) оцінки ризику.

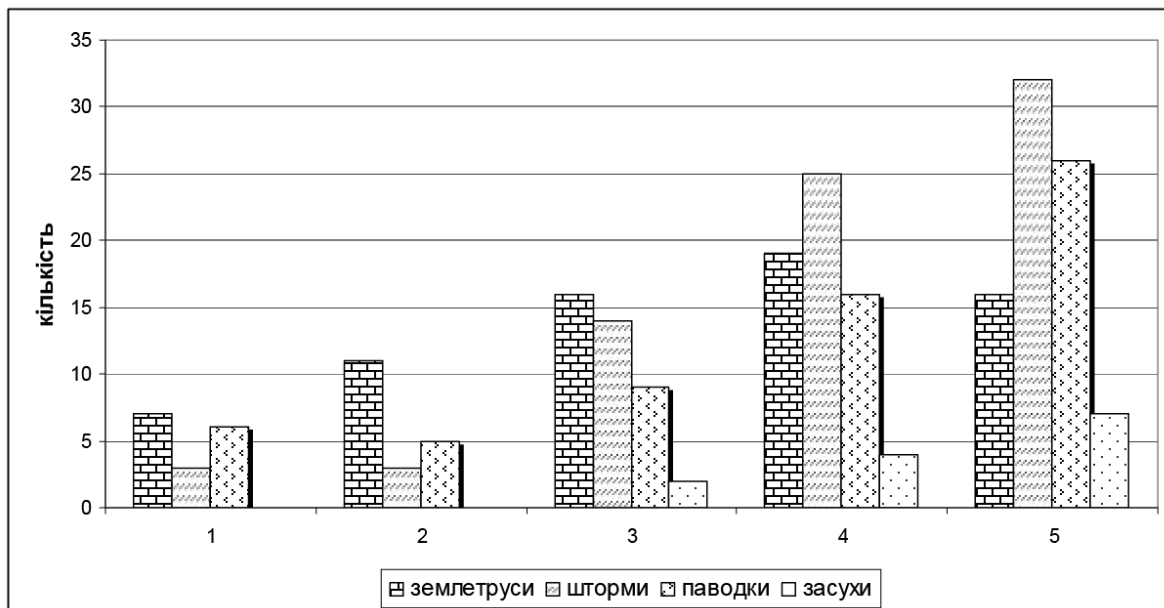


Рис. 1. Природні катастрофи 1968-2018 рр. (кількість подій)

Завдання комплексного оцінювання, які полягають в переході від детального до агрегованого опису складних систем, зустрічаються в багатьох галузях господарської діяльності. Наприклад: оцінка діяльності трудових колективів (вибір кращого) [1], оцінка пріоритетних напрямів розвитку науки і техніки (ієрархія пріоритетів) [2], оцінка привабливості інвестиційних проектів (вибір найбільш ефективного) [3], оцінка пропозицій щодо проектів законодавчих та інших нормативних правових актів [4]. З метою розв'язання, такого роду завдань використовується підхід, заснований на формуванні дерева оцінок та обчислення на ньому інтегральної оцінки ризику або комплексної оцінки [5].

Ми розглядаємо модель регіону, в якому функціонують  $n$  господарських об'єктів, діяльність яких може призвести до виникнення надзвичайних ситуацій. Відповідальність за безпеку регіону покладено на органи влади, які застосовують різні економічні механізми, спрямовані на зниження ризику [5, 6, 7, 8]. Наприклад, розподіл між підприємствами централізованого фонду, кошти якого спрямовуються підприємствами на підвищення безпеки; стимулювання діяльності підприємств по зниженню техногенного та природного ризику; накладання штрафу на підприємства за перевищення допустимого рівня ризику; стягнення плати з підприємств за ризик тощо.

У ринковій економіці ефективність функціонування підприємства визначається прибутком.

Якщо вважати, що продукція підприємства реалізовується повністю, то прибуток  $i$ -го підприємства можна записати у вигляді:

$$f_i = c_i u_i - z_i(u_i) - v_i,$$

де,  $u_i \geq 0$  – обсяг продукції, що випускається на  $i$ -му підприємстві;

$c_i \geq 0$  – ціна продукції, що випускається на  $i$ -му підприємстві;

$v_i \geq 0$  – витрати підприємства на попереджувальні та/або природоохоронні заходи;

$z_i(u_i)$  – витрати підприємства па випуск продукції в обсязі  $u_i$ .

Як правило, підприємство зацікавлене у збільшенні частини прибутку, що залишається в його розпорядженні, після обов'язкових виплат, таких як: податки, платежі, і, можливо, штрафи.

Позначимо через  $y_i$  рівень безпеки  $i$ -го підприємства. Параметри економічного механізму налаштовують відповідно до спостережуваним або вимірюваним рівнем безпеки. Наприклад, якщо  $X_i$  – розмір штрафів за невідповідний рівень безпеки  $x_i$ , то прибуток, що залишається у розпорядженні підприємства, може бути записана у вигляді:

$$f_i = c_i u_i - z_i(u_i) - X_i(x_i, y_i), \text{ де, } X_i(x_i, y_i) = \begin{cases} X_i(y_i), & \text{якщо } y_i < x_i; \\ 0, & \text{якщо } y_i \geq x_i. \end{cases}$$

У випадку, коли застосовується економічний механізм плати за ризик, то

$$X_i(x_i, y_i) = \lambda_i(x_i - y_i), \quad y_i \leq x_i,$$

де  $\lambda_i$  – ціна ризику для  $i$ -го підприємства.

Оскільки у регіоні можуть бути різні підприємства, та від аварій на цих підприємствах можуть бути різні втрати, то важливо враховувати не тільки ймовірність виникнення надзвичайних ситуацій, але і збитки від цих надзвичайних ситуацій.

Позначимо через  $W_i$  можливий повний збиток у регіоні при виникненні надзвичайних ситуацій на  $i$ -му підприємстві. Однією з найважливіших характеристик можливої надзвичайних ситуацій на  $i$ -му підприємстві будемо вважати очікуваний збиток  $EW_i$ . Якщо події, які полягають у виникненні надзвичайних ситуацій на різних підприємствах, незалежні, то можливий повний збиток в регіоні  $EW$ , пов'язаний з діяльністю всіх підприємств, розташованих на його території, можна записати як

$$EW = \sum_{i=1}^n EW_i.$$

Очікуваний збиток відображає ефект негативного впливу на еколого-економічну систему.

Надалі будемо вважати, що рівень безпеки  $i$ -го підприємства, залежить від обсягу випущеної ним продукції  $u_i$  і обсягу коштів  $v_i$ , що спрямовуються на вдосконалення технології, на попередження виникнення нештатних ситуацій, зміцнення виробничої і технологічної дисципліни, на природоохоронні заходи. Тобто  $y_i = y_i(u_i, v_i)$ , причому, якщо у інтерпретується як рівень ризику (рис. 1, рис. 2), то

$$y_i(0, v_i) = 0, \frac{\partial y_i(u_i, v_i)}{\partial u_i} \geq 0, \frac{\partial y_i(u_i, v_i)}{\partial v_i} \leq 0, \frac{\partial^2 y_i(u_i, v_i)}{\partial v_i^2} \geq 0;$$

Якщо у інтерпретується як рівень безпеки, то

$$\frac{\partial y_i(u_i, v_i)}{\partial u_i} \leq 0, \frac{\partial y_i(u_i, v_i)}{\partial v_i} \geq 0, \frac{\partial^2 y_i(u_i, v_i)}{\partial v_i^2} \leq 0.$$

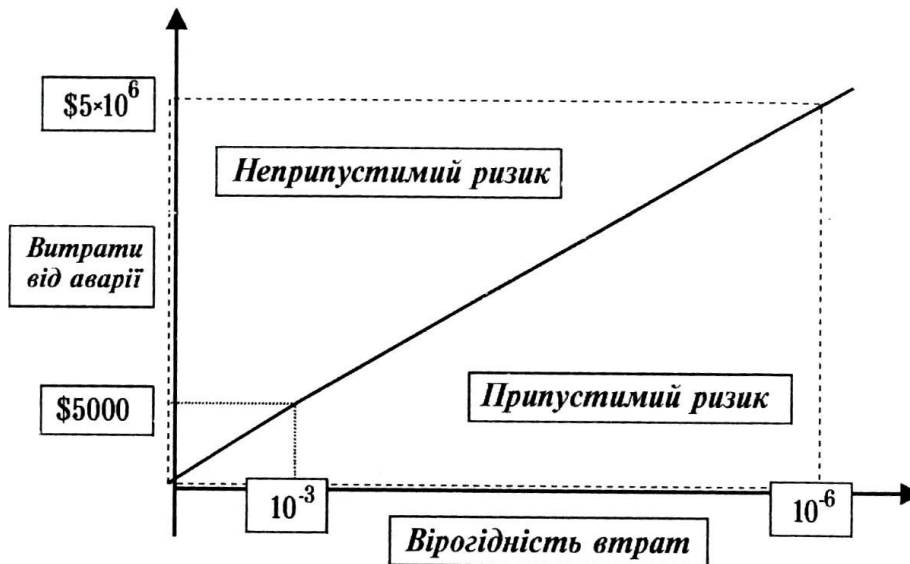


Рис. 2. Індекс втрат, що очікуються

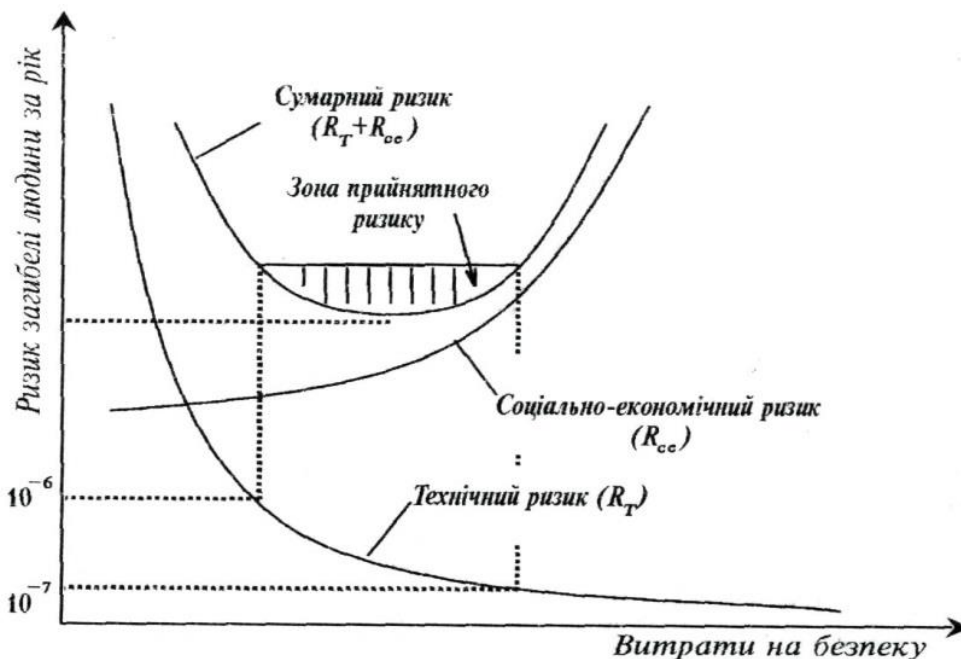


Рис. 1. Визначення сумарного ризику

Ці умови означають, що:

- при відсутності виробництва відсутній ризик;
- зі зростанням обсягу випуску при незмінних витратах на природоохоронні заходи рівень ризику не зменшується;

- зі зростанням витрат на природоохоронні заходи при незмінному обсязі випуску рівень ризику не зростає;
- при незмінному обсязі випуску кожне наступне вкладення коштів у природоохоронні заходи приносить все менший ефект (призводить до все меншого зниження рівня ризику).

#### Список використаних джерел

1. Бурков В.Н., Кондратьев В.В., Цыганов В.В., Черкашин А.М. Теория активных систем и совершенствование хозяйственного механизма, М. Наука, 1984.
2. Кузьмицкий А.А., Новиков Д.А. Организационные механизмы управления развитием приоритетных направлений науки и техники, М.: ИПУ РАН, 1993.
3. Андронникова Н.Г., Бурков В.Н., Леонтьев С.В. Комплексное оценивание в задачах регионального управления, М.: ИПУ РАН, 2002.
4. Кондратьев В.Д., Щепкин А.В. Комплексное оценивание в области безопасности дорожного движения, М.: ИПУ РАН, 2002.
5. Бурков В.Н., Новиков Д.А., Щепкин А.В. Механизмы управления экологоек экомическими системами, М. Физматлит, 2008.
6. Бурков В.Н., Грацианский Е.В., Дзюбко С.И., Щепкин А.В. Модели и механизмы управления безопасностью, М.: Синтез, 2001.
7. Куцик П. О. Оцінка ефективності контролінгу у системі управління підприємства / П.О. Куцик, С. І. Головацька // Економічний аналіз: зб. наук. праць / Тернопільський національний економічний університет; редкол.: О. В. Ярошук (голов. ред.) та ін. – Тернопіль: Видавничо- поліграфічний центр Тернопільського національного економічного університету “Економічна думка”, 2017. – Том 27. – № 2. – С. 145-155. – ISSN 1993-0259.
8. Живко З.Б. Механізм управління системою економічної безпеки підприємства / З.Б. Живко // Науковий вісник Ужгородського університету, 2014р. – с.37

#### MATHEMATYZAL MODELING OF MECHANISMS FOR STIMULATING THE ACTIVITY OF ENTERPRISES FOR THE REDUCTION OF TECHNOGENIC AND NATURAL RISKS

***Abstract.** The paper describes and constructs a model of economic risk management mechanisms aimed at improving technology, preventing emergencies, changing production and technological discipline, and environmental measures.*

***Keywords:** economic-mathematical modeling, level of risk, emergency situation, environmental measures, security level.*

**Іванна Чорна**

#### ФОРМУВАННЯ В УЧНІВ ПРИЙОМІВ МАТЕМАТИЧНОГО МОДЕЛЮВАННЯ В ПРОЦЕСІ НАВЧАННЯ РОЗВ’ЯЗУВАННЮ СЮЖЕТНИХ ЗАДАЧ ІЗ ПАРАМЕТРАМИ

***Анотація.** В статті розглянуто методику навчання учнів розв’язуванню сюжетних задач з параметрами за допомогою методів математичного моделювання.*

***Ключові слова:** сюжетна задача, задача з параметром, методи математичного моделювання, алгоритмічний спосіб мислення.*

В умовах інформатизації життя, навколишнього світу, зміни ставлення до навчання, необхідно змінювати і методику викладання шкільних предметів. Спостереження за школярами доводять, що найскладнішими предметами для них у школі є математика та українська мова. Останнім часом все частіше лунає думка про те, що учні гірше засвоюють шкільну програму, їхні знання, навички та вміння не відповідають тим вимогам, які висуває до них сучасне суспільство та роботодавці зокрема.

Статистичні дані, отримані за результатами зовнішнього незалежного оцінювання останніх років з математики показують, що серед тем шкільної програми з математики