

Ю.П.Рак, д.т.н., професор, О.Б. Зачко (Львівський державний університет безпеки життєдіяльності)

Оцінка стану безпеки життєдіяльності регіонів України: інтегрований підхід

Наведена методика побудови інтегрального індикатора безпеки життєдіяльності на базі часткових інформаційних індексів для забезпечення об'єктивності та комплексності оцінки стану безпеки життєдіяльності як в регіонах, так і в країні в цілому.

Глобальна інформатизація суспільства, інтенсивна діяльність людини, погіршення екологічного стану довкілля вимагають розробки систем та методик, направлених на оцінку стану безпеки людини. Реалізація виконання поставленої задачі можлива за умов наявності потужної інформаційної бази статистичних показників по безпеці життєдіяльності. На сьогоднішній час існують різні підходи до оцінки рівня безпеки життєдіяльності. Зокрема, за даними Міністерства України з питань надзвичайних ситуацій та у справах захисту населення від наслідків Чорнобильської катастрофи, Міністерства охорони навколишнього природного середовища України та Національної академії наук України [1] публікуються дані в розрізі регіонів, наводиться порівняльний аналіз стану техногенної та природної безпеки в Україні у вигляді відносних показників. Проте немає цілісного підходу щодо узагальненої оцінки стану безпеки життєдіяльності. Тому актуальним є дослідження, спрямоване на побудову інтегрального показника, що характеризував би стан безпеки життєдіяльності у кожному з окремо взятого регіону та держави в цілому.

Означення. Інтегральний показник безпеки життєдіяльності – це узагальнений індикатор, що включає в собі множину вхідних статистичних показників: пожежна, техногенна, соціальна, екологічна та природна безпеки, здатних характеризувати стан безпеки життєдіяльності регіону (рис. 1).

Для побудови інтегрального індикатора необхідно визначити систему показників, на базі яких він буде формуватися. В склад системи таких показників вводимо п'ять базових інтегральних компонентів поняття “безпека життєдіяльності регіону”, що утворюють середовище і систему забезпечення життєдіяльності населення:

(I) *пожежна безпека*, інтегруюча в собі такі його властивості як кількість пожеж, матеріальні збитки від пожеж, кількість постраждалих від пожеж;

(II) *техногенна безпека*, що інтегрує в собі основні показники техногенних катастроф, аварій та показники прямих і непрямих збитків від надзвичайних ситуацій техногенного характеру;

(III) *соціальна безпека*, що відображує рівень умов праці, соціального захисту, фізичної та майнової безпеки населення, рівень корумпованості власних структур, діяльності легалізованих об'єднань громадян і т. ін.;

(IV) *екологічна безпека* (чи *якість екологічної ніші, довкілля*), що акумулює дані про викиди шкідливих речовин в атмосферне повітря стаціонарними джерелами забруднення, капітальні вкладення на заходи з охорони та раціонального використання природних ресурсів тощо;

(V) *природна безпека*, що характеризується складом і обсягами природно-ресурсного потенціалу, кліматом, частотою і специфікою форс-мажорних ситуацій.

Означення. Безпека життєдіяльності регіону – це комплекс заходів, направлених на забезпечення нормальних умов життєдіяльності людини в регіоні.

Означення. **Інтегральний компонент** поняття «безпека життєдіяльності регіону»- складова частина інтегрального показника, що включає в себе статистичні дані, які характеризують стан пожежної, техногенної, соціальної, екологічної та природної безпеки.

Означення. **Інформаційний індекс** – це коефіцієнт, що є складовою поняття «безпека життєдіяльності регіону», і забезпечує автоматизацію оцінки стану пожежної, техногенної, соціальної, екологічної та природної безпеки у відповідності до значень 0 – найгірший стан, 1 – найкращий стан безпеки життєдіяльності. Граничні значення інформаційного індексу знаходяться в інтервалі [0, 1].

На основі аналізу різних методик побудови інтегральних показників треба насамперед вказати роботи, присвячених інтегральній оцінці станів, явищ, процесів тощо [2, 3]. В нашому випадку найбільш доцільно для розв'язку вище поставленої задачі використати метод, що базується на факторному аналізі, спрямованого за умов відсутності “навчаючої вибірки” щодо побудови для кожної території 1-ої головної компоненти визначеного переліку часткових пронормованих показників [3].



Рис.1. Інформаційна модель інтегрованого показника безпеки життєдіяльності

Оскільки часткових показників безпеки життєдіяльності населення багато і вони мають різну розмірність, побудова для них інтегральних індикаторів передбачає, перш за все, перехід до деяких однакових характеристик.

Нами запропоновано для уніфікації шкал вимірювання часткових та інтегральних показників безпеки життєдіяльності населення регіону метод, що базується на прийомах перетворення, який розглянутий в роботі [2]. Пропонується для кожного аналізованого показника $\tilde{x}^{(j)}$ ($j = 1, 2, \dots, p$) таке перетворення, в результаті якого область його можливих значень визначається інтервалом [0, 1]. При цьому нульове значення перетвореного показника означає найменшу якість певної характеристики, а одиничне – найвищу.

Усі аналізовані показники безпеки життєдіяльності можна розбити на три непересічних класи: (а) клас стимулюючих показників; (б) клас показників дестимуляторів; (в) клас еталонних показників.

Клас (а) складається з вихідних показників $\tilde{x}^{(j)}$ ($j = 1, 2, \dots, p_1$), значення яких мають стимулюючий вплив, тобто позитивно зв'язані з кількісною оцінкою якості аналізованої характеристики. До цього класу відносяться усі змінні, значення яких оцінюються в балах за певною шкалою, а також такі показники, як кількість врятованих, врятовано матеріальних цінностей і т.д..

Клас (б) включає показники $\tilde{x}^{(j)}$ ($j = 1, 2, \dots, p_2$), що спричиняють гальмуючий вплив на аналізовану властивість і тому вони називаються дестимуляторами. До таких показників можуть бути віднесені, наприклад, кількість пожеж, кількість постраждалих, знищено матеріальних цінностей тощо.

Клас (в) складається з вихідних показників $\tilde{x}^{(j)}$ ($j = 1, 2, \dots, p_3$), для яких існує деяке умовно еталонне значення $\tilde{x}_0^{(j)}$, що визначено всередині діапазону зміни цього показника (між найменш $\tilde{x}_{\min}^{(j)}$ та найбільш $\tilde{x}_{\max}^{(j)}$ можливими значеннями) і відповідає найкращій якості. До змінних цього класу можуть бути віднесені, наприклад, річний рівень опадів. При цьому за умовно еталонне значення можна брати середні показники по країні, області чи міжнародні дані розвинутих країн.

Отже, якщо всі аналізовані показники безпеки життєдіяльності регіонів специфіковані під визначені вище класи, то перейти до нормованих показників $x^{(j)}$, які зв'язані з вихідними змінними $\tilde{x}^{(j)}$, можна за допомогою таких перетворень.

Для класу (а):

$$x^{(j)} = \frac{\tilde{x}^{(j)} - \tilde{x}_{\min}^{(j)}}{\tilde{x}_{\max}^{(j)} - \tilde{x}_{\min}^{(j)}}, \quad (1)$$

Для класу (б):

$$x^{(j)} = 1 - \frac{\tilde{x}^{(j)} - \tilde{x}_{\min}^{(j)}}{\tilde{x}_{\max}^{(j)} - \tilde{x}_{\min}^{(j)}}, \quad (2)$$

Для класу (в):

$$x^{(j)} = 1 - \frac{|\tilde{x}^{(j)} - \tilde{x}_0^{(j)}|}{\max\{(\tilde{x}_0^{(j)} - \tilde{x}_{\min}^{(j)}), (\tilde{x}_{\max}^{(j)} - \tilde{x}_0^{(j)})\}}, \quad (3)$$

Очевидно, що для кожного класу показників перетворена (пронормована) j -а змінна $x^{(j)}$ може приймати значення від $x^{(j)}=0$ (що відповідає найгіршій якості) до $x^{(j)}=1$ (що відповідає найкращій якості).

Пронормовані таким чином вихідні показники можуть бути об'єднані в інтегральний індикатор рівня безпеки життєдіяльності регіону за допомогою запропонованого методу.

Базова ідея факторного аналізу, на яку спирається російський вчений, професор, академік Міжнародної академії наук Вищої школи С.А. Айвазян (Центральний економіко-математичний інститут РАН), полягає у наступному. Серед усіх скалярних змінних y , що характеризують безпеку життєдіяльності певної території, шукається така, за допомогою якої можна було б найбільш точно (у певному розумінні) відновити значення усіх часткових показників цієї території, тобто значення $x^{(1)}, x^{(2)}, \dots, x^{(p)}$. Відомо, що саме такою властивістю володіє 1-а головна компонента, побудована за вихідними частковими показниками $x^{(1)}, x^{(2)}, \dots, x^{(p)}$.

Таким чином, розробка інтегрального індикатору зводиться до побудови 1-ї головної компоненти часткових пронормованих показників $x^{(1)}, x^{(2)}, \dots, x^{(p)}$, яка, як відомо (див. [5]), реалізується з допомогою такої процедури:

1) за вихідними спостереженнями $x_i^{(j)}$ (де i – індекс статистично обстеженої території, $i = 1, 2, \dots, n$; $j = 1, 2, \dots, p$) підраховуються середні значення часткових показників

$$\bar{x}^{(j)} = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n x_i^{(j)}, \quad (4)$$

2) на основі центрованих значень часткових показників $x_i^{(j)} - \bar{x}^{(j)}$ підраховуються елементи σ_{jk} ($j, k = 1, 2, \dots, p$) коваріаційної матриці $\Sigma = (\sigma_{jk})$ за допомогою формули

$$\sigma_{jk} = \frac{1}{n-p} \sum_{i=1}^n (x_i^{(j)} - \bar{x}^{(j)})(x_i^{(k)} - \bar{x}^{(k)}), \quad (5)$$

3) визначається найбільше власне значення λ_1 матриці Σ , тобто найбільший за величиною корінь так званого характеристичного рівняння

$$|\Sigma - \lambda I_p| = 0, \quad (6)$$

де I_p - це одинична матриця розмірності p ;

4) із системи рівнянь

$$(\Sigma - \lambda_1 I) \begin{pmatrix} c_1 \\ c_2 \\ \vdots \\ c_p \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} 0 \\ 0 \\ \vdots \\ 0 \end{pmatrix}, \quad (7)$$

визначаються компоненти c_j власного вектору $C = (c_1, c_2, \dots, c_p)^T$;

5) для кожної території підраховується значення 1-ї головної компоненти, що характеризує цю (i -у) територію

$$z_i = c_1(x_i^{(1)} - \bar{x}^{(1)}) + c_2(x_i^{(2)} - \bar{x}^{(2)}) + \dots + c_p(x_i^{(p)} - \bar{x}^{(p)}), \quad (8)$$

а також визначаються найменше (z_{\min}) та найбільше (z_{\max}) значення 1-ї головної компоненти:

$$\begin{aligned} z_{\min} &= \min_{1 \leq i \leq n} \{z_i\} \\ z_{\max} &= \max_{1 \leq i \leq n} \{z_i\}, \end{aligned} \quad (9)$$

б) значення шуканого інтегрального індикатору рівня безпеки життєдіяльності для i -ї території ($i = 1, 2, \dots, n$) буде визначатися таким співвідношенням

$$y_i = \frac{z_i - z_{\min}}{z_{\max} - z_{\min}}, \quad (10)$$

де значення z_i , z_{\min} та z_{\max} визначаються з допомогою співвідношень (8) і (9).

При цьому С.А. Айвазян зазначає, що інформативність побудованого таким чином інтегрального індикатору залежить від величини відношення

$$q = \frac{\lambda_1}{\sigma_{11} + \sigma_{22} + \dots + \sigma_{pp}}, \quad (11)$$

котре може приймати значення між 0 та 1. Чим ближче до одиниці значення q , тим більшою інформативністю володіє індикатор (10). Інформативність інтегрального індикатору безпеки життєдіяльності для певної території визнається задовільною при $q > 0,6$.

Підсумовуючи наведене вище, зазначимо, що запропонована методика побудови та використання інтегральних індикаторів безпеки життєдіяльності регіонів первинного поділу може бути застосована при розробці систем підтримки прийняття рішень, Урядової інформаційно-аналітичної системи з питань надзвичайних ситуацій тощо. Методичні підходи та інструментальні засоби можуть стати основою при розробці експериментально-аналітичного стенду, за допомогою якого можна випробовувати різноманітні машинні (комп'ютерно-математичні) моделі, спрямовані на об'єктивну і комплексну оцінку стану по безпеці життєдіяльності в країні, попередження та запобігання небажаному розвитку процесів у сферах життєдіяльності людини.

ЛІТЕРАТУРА

1. Національна доповідь про стан техногенної та природної безпеки в Україні у 2007 році // http://www.mns.gov.ua/annual_report/2008/content_1.ua.php?m=B5&PHPSESSID=df93613218f3d7e020b0d7c7b0b7d494
2. Айвазян С.А. Интегральные индикаторы качества жизни населения: их построение и использование в социально-экономическом управлении и межрегиональных сопоставлениях. – М.: ЦЭМИ РАН, 2000. – 118 с.
3. Соціальні індикатори рівня життя населення: Стат. збірник / Державний комітет статистики України; Відповідальний за випуск І.В. Калачова. – К., 2000. – 240 с.
4. Проект концепції розвитку регіональної статистики // адреса електронних матеріалів Держкомстату України в Інтернеті: <http://www.ukrstat.gov.ua>
5. Социальная статистика: Учебник/Под ред. чл.-кор. РАН И.И. Елисеевой. – М.: Финансы и статистика, 1997. – 416 с.
6. Айвазян С.А., Мхитарян В.С. Прикладная статистика и основы эконометрики. Учебник для вузов. – М.: ЮНИТИ, 1998. – 1022 с.

Оценка состояния безопасности жизнедеятельности регионов Украины: интегрированный подход

Рассматривается методика построения интегрального индикатора безопасности жизнедеятельности на базе частичных информационных индексов для обеспечения объективности и комплексности оценки состояния безопасности жизнедеятельности, как в регионах, так и в стране в целом.

Evaluation of vital activity safety of regions of Ukraine: integrated approach

The article presents the methods of evaluation of vital activity safety of regions of Ukraine by integral indicators. This methods will allow complex to estimate of vital activity safety of Ukraine