

# Запобігання та ліквідація надзвичайних ситуацій

УДК 614.841.31

О.В. Альбошій

*Харківський національний університет імені В.Н. Каразіна, Харків*

## ЗАСТОСУВАННЯ КОРЕЛЯЦІЙНОГО АНАЛІЗУ ДЛЯ ПІДВИЩЕННЯ ЕФЕКТИВНОСТІ МАСОВО-РОЗ'ЯСНЮВАЛЬНОЇ РОБОТИ ЩОДО ПРОФІЛАКТИКИ НАДЗВИЧАЙНИХ ПОДІЙ ТА НЕЩАСНИХ ВИПАДКІВ

*Стаття присвячена дослідженню можливості використання методу кореляційного аналізу для підвищення ефективності роботи з населенням щодо профілактики надзвичайних подій та нещасних випадків.*

*Ключові слова:* масово-роз'яснювальна робота, кореляційний аналіз, рівень безпеки.

### Вступ

**Постановка проблеми.** Як свідчить статистика, найбільш поширеними причинами виникнення надзвичайних подій і нещасних випадків залишаються недотримання людьми правил безпеки та порушення їх вимог, низька технологічна дисципліна, ігнорування правил безпечної поведінки на виробництві та у побуті. Так, наприклад, у 2013 р. 61,6 % пожеж від їх загальної кількості були наслідком необережного поводження з вогнем. Якщо звернутися до відомостей щодо загибелі людей на пожежах, то саме дана причина мала місце у 72,2 % випадках [1]. За таких умов важливо знайти шляхи підвищення ефективності профілактичної роботи.

Важливе місце серед видів профілактичної роботи посідає масово-роз'яснювальна робота, яка полягає у цілеспрямованому інформуванні населення про небезпеки, сутність існуючих загроз, правила безпечної поведінки. Вона спрямована на формування суспільної думки та психологічних настанов на особисту і колективну відповідальність за безпеку, сприяння готовності людей правильно діяти у випадках небезпеки, збереження національного багатства.

З боку наглядових органів у сферах техногенної та пожежної безпеки, охорони праці тощо проводиться велика кількість різноманітних інформативних заходів. В той же час, спостерігається певна стабільність кількості негативних подій, яка свідчить, скоріш за все, про невисоку сукупну ефективність проведених заходів. Для підвищення ефективності масово-роз'яснювальної роботи важливо зосередити увагу на тих заходах, які є найбільш дієвими, можливо треба шукати нові форми та методи роботи. Для цього необхідно мати оцінки результативності заходів, принаймні визначити, які ж саме заходи з усієї їх сукупності були впливовими, а які не дали очікуваних результатів. Такі оцінки можуть бути отримані за результатами обробки статистичної інформації.

**Аналіз останніх досягнень і публікацій.** Дослідженню питань ефективності масово-роз'яснювальної роботи з населенням у сферах техногенної та природної безпеки, виробничого травматизму приділялася значна увага. Основні функціональні залежності, що покладені в основу моделей які описують динаміку рівня знань, умінь і навичок тих, хто навчається приведені в роботах [3, 4]. Стаття [5] присвячена дослідженню можливості використання методу кореляційного аналізу для виявлення найбільш впливових заходів роботи з населенням щодо профілактики пожеж. Стаття [6] присвячена питанням підвищення ефективності масово-роз'яснювальної роботи з питань пожежної безпеки, побудові математичної моделі процесу інформування населення та оцінюванні її параметрів.

### Постановка завдання та його вирішення

Завданням даної статті є визначення можливості оцінювання фактичної результативності заходів масово-роз'яснювальної роботи серед населення на основі обробки та аналізу статистичних даних щодо їх видів, кількості та кінцевих показників стану безпеки у відповідних сферах. Існуюча система обліку роботи наглядових органів, зокрема у сферах техногенної і пожежної безпеки, охорони праці дозволяє накопичити статистичну інформацію про надзвичайні події, пожежі, нещасні випадки тощо, їх наслідки, профілактичні та запобіжні заходи. Наявність статистичної інформації відкриває можливість застосувати методи статистичного аналізу для дослідження відповідних масових випадкових явищ (пожежі, виробничий травматизм, аварії тощо). Враховуючи існуючий стан справ [1], на теперішній час залишається актуальним завданням дослідження впливу заходів масово-роз'яснювальної роботи за різними напрямками на стан безпеки у відповідних сферах життя.

Одним з методів, що дає можливість визначити вплив існуючих факторів на деякий випадковий ре-

зультат та ступінь цього впливу, є кореляційний аналіз. Як відомо [2], кореляційний аналіз – це сукупність методів виявлення кореляційного зв'язку між випадковими величинами або ознаками. Кореляційний зв'язок – це спільна узгоджена зміна двох досліджуваних характеристик. Метод дозволяє визначити як наявність так і ступінь зв'язку між двома випадковими величинами або величинами, які можна з деяким допустимим ступенем точності вважати такими.

Згідно із сутністю методу, задаємося гіпотезою про наявність зв'язку між деяким показником рівня безпеки  $Y$  та кількістю заходів масово-роз'яснювальної роботи конкретного виду  $X$ , як досліджуваними змінними величинами між якими апріорно передбачався зв'язок. Тобто на стадії планування роботи вважалося, що результатом проведення запланованих заходів стане підвищення рівня безпеки. Для перевірки даної гіпотези за фактичними даними щодо кількості заходів відповідного виду та фактичним значенням відповідного показника безпеки розраховується коефіцієнт кореляції, який виступає кількісною мірою взаємозв'язку (сумісної мінливості) названих змінних. За визначенням [2] коефіцієнт кореляції – це математичне сподівання добутку нормованих відхилень випадкових величин від своїх математичних сподівань або відношення коваріації випадкових величин до добутку середньоквадратичних відхилень. За результатами розрахунків має бути перевірена значимість коефіцієнту кореляції за відповідним статистичним критерієм.

Дана мінливість має три основні характеристики: форму, напрям і силу. В загальному випадку за формою кореляційний зв'язок може бути лінійним або нелінійним. Лінійна кореляція означає наявність лінійної залежності між змінними, що розглядаються. Нелінійна, відповідно, – наявність нелінійної залежності.

Результати досліджень, наведені в роботах [3, 4], показали, що функціональна залежність рівня навченості від кількості проведених навчальних заходів має експоненціальний вигляд. Тоді можна стверджувати, що в загальному випадку зростання безпечності поведінки людей, як набутий навик, від кількості заходів масово-роз'яснювальної роботи також буде мати експоненціальний характер. В той же час, враховуючи відносно невелику кількість заходів масово-роз'яснювальної роботи, які можуть бути реально проведеними з тими чи іншими категоріями населення, досягнення стану насиченості кривої навченості немає. Тому для дослідження впливу заходів масово-роз'яснювальної роботи на стан безпеки можна встановленням наявності лінійної кореляції.

Інформацію про напрямок кореляційного зв'язку несе в собі коефіцієнт кореляції, який змінюється від “-1” (сувора зворотна лінійна залежність) до “+1” (сувора пряма пропорціональна залежність). При значенні 0 лінійної залежності між двома статистичними

вибірками немає. Числове значення коефіцієнту кореляції вказує на силу зв'язку, тобто на те, наскільки чітко проявляється спільна мінливість досліджуваних змінних. Тоді більший внесок у забезпечення рівня безпеки будуть давати ті заходи, для яких коефіцієнт кореляції буде мати більше абсолютне значення. В загальному випадку коефіцієнт кореляції  $\rho_{x,y}$  розраховується за формулою

$$\rho_{x,y} = \frac{\varphi_{x,y}}{\sigma_x \cdot \sigma_y},$$

де  $\varphi_{x,y}$  – коваріація випадкових величин, зв'язок між якими досліджується;  $\sigma_x^2, \sigma_y^2$  – середньоквадратичні відхилення випадкових величин  $X$  та  $Y$ .

Коваріація та середньоквадратичні відхилення випадкових величин розраховуються за формулами відповідно

$$\varphi_{x,y} = \left( \frac{1}{n} \cdot \sum_{i=1}^n x_i \cdot y_i \right) - \bar{x}_i \cdot \bar{y}_i;$$

$$\sigma_x = \sqrt{\left( \frac{1}{n} \cdot \sum_{i=1}^n x_i^2 \right) - \bar{x}_i^2}; \quad \sigma_y = \sqrt{\left( \frac{1}{n} \cdot \sum_{i=1}^n y_i^2 \right) - \bar{y}_i^2}.$$

Розрахункове співвідношення для оцінювання кореляційної залежності між величинами  $X$  та  $Y$  за даними статистичної вибірки обсягу  $n$  має вигляд

$$\hat{\varphi} = \frac{\sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x}) \cdot (y_i - \bar{y})}{\sqrt{\sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})^2 \cdot \sum_{i=1}^n (y_i - \bar{y})^2}}.$$

На результати оцінювання зв'язку між досліджуваними величинами суттєво впливає обсяг статистичної вибірки. Якщо взяти, наприклад, лише дві точки, то лінія регресії пройде через них абсолютно точно (немає розсіювання), а коефіцієнт кореляції в такому випадку за модулем буде рівним одиниці. В дійсності ж при великому обсязі вибірки може виявитися лише невелика кореляція чи навіть її відсутність. Відомо [2], що завищене значення коефіцієнта кореляції буде мати місце, якщо обсяг вибірки ( $n < 30$ ). Для підвищення точності оцінки коефіцієнта кореляції вона має бути скоректованою, а саме

$$\hat{\varphi}_{\text{скор}} = \sqrt{1 - (1 - \hat{\varphi}^2) \cdot (n - 1) / (n - 2)}.$$

При достатньо великому обсязі статистики (спостережень) оцінка коефіцієнту кореляції буде приблизно рівною генеральному коефіцієнту кореляції.

Для застосування на практиці даних розрахунків необхідно підготувати вихідні дані щодо значення показника безпеки (наприклад, кількість пожеж, кількість нещасних випадків на виробництві тощо) за ряд періодів (років, кварталів, місяців) та кількості заходів масово-роз'яснювальної роботи за кожний з періодів. Суворо кажучи, треба враховувати те, що кількість негативних явищ (пожеж, аварій, нещас-

них випадків тощо), як правило залежить від пори року. Тому, щоб дана залежність не впливала на результати оцінювання, доцільно в якості одного періоду брати календарний рік. Але тоді, для належної точності оцінок необхідно мати статистичні дані за цілий ряд, принаймні 10 років.

Застосування методу кореляційного аналізу потребує дотримання ряду умов, що накладають певні обмеження на його застосування. *По перше*, для отримання прийнятної точності оцінок необхідно мати достатню кількість спостережень. Тому він не може бути застосованим для визначення впливовості разових заходів, нових видів заходів масово-роз'яснювальної роботи, або заходів, про практику застосування яких є дані лише за декілька періодів. *По-друге*, сукупність значень усіх факторних і результативних ознак мають підпорядковуватися нормальному розподілу. Перевірити виконання даної умови складно. В частині обсягів однорідних заходів масово-роз'яснювальної апріорно можна говорити про їх рівномірний розподіл. *По-третє*, сам по собі факт кореляційної залежності між двома величинами не дає підстави стверджувати, що одна із змінних передують або є причиною зміни іншої, або те, що змінні взагалі причинно пов'язані між собою, а не спостерігається дія третього фактора.

Також важливо прийняти до уваги, що отримані оцінки не носять загального характеру. Вони стосуються лише тих органів (служб), за відомостями яких сформовані статистичні вибірки, що аналізувалися. Оцінки свідчать про те, чи були результативними конкретні види заходів масово-роз'яснювальної роботи для даних органів (служб) в період, що розглядається. Якщо певні види заходів виявилися нерезультативними, то перш ніж відмовлятися від них, доцільно провести додатковий аналіз стану справ. Наприклад, якщо виявилось, що проведені лекції з питань безпечної поведінки у побуті не вплинули на рівень побутового травматизму, то необхідно з'ясувати причини цього. Адже низька ефективність могла бути результатом поганої методичної підготовки занять, неготовності аудиторії до сприйняття матеріалу, їх складності, примусовості присутності на таких лекціях тощо. За належної підготовки такі лекційні заняття можуть залишатися ефективною формою профілактичної роботи.

## Висновки

Наявність статистичної інформації про заходи масово-роз'яснювальної роботи щодо попередження надзвичайних подій чи нещасних випадків, а також кількість надзвичайних подій (випадків) за видами та їх наслідки дає можливість дослідити кореляційну залежність між показниками безпеки та кількістю профілактичних заходів з метою встановлення причинно-наслідкових зв'язків між ними. Метод кореляційного аналізу дозволяє виявити не лише факт наявності зв'язку між показниками безпеки та заходами масово-роз'яснювальної роботи, а й напрям і силу даного зв'язку. Точність оцінок залежать від відповідності статистичних даних тим вимогам, які висуваються до статистичної вибірки згідно до методу кореляційного аналізу.

## Список літератури

1. Національна доповідь про стан техногенної та природної безпеки в Україні у 2013 році [Електронний ресурс]. – Режим доступу до матеріалу: [http://www.mns.gov.ua/content/annual\\_report\\_2013.html](http://www.mns.gov.ua/content/annual_report_2013.html).
2. Демидов Б.А. Методы военно-научных исследований. Ч. 3, Кн. 2 / Б.А. Демидов – Х.: ВИРТА ПВО, 1988. – 331 с.
3. Викулов С.Ф. Военно-экономический анализ / С.Ф. Викулов – М.: Воениздат, 2001 – 440 с.
4. Альбоцій О.В. Підходи до визначення впливу рівня підготовки особового складу підрозділів оперативнорятівальної служби цивільного захисту на ефективність їх професійно-службової діяльності / О.В. Альбоцій. // Проблеми надзвичайних ситуацій. Зб. наук. пр. УЦЗ України. – Х.: УЦЗУ, 2006. – Вип. 4. – С. 34-41.
5. Альбоцій А.В. Применение корреляционного анализа для исследования факторов повышения эффективности работы в сфере профилактики пожаров / А.В. Альбоцій, С.В. Росоха // Вестник Кокшетауского технического института Министерства по чрезвычайным ситуациям Республики Казахстан № 4(12) – К.: КТИ МЧС РК, 2013. – С. 3-8.
6. Розозин А.С. Модель процесу інформування населення / А.С. Розозин // Проблеми надзвичайних ситуацій. Зб. наук. пр. УЦЗ України. – Вип. 11. – Х.: УЦЗУ, 2010. – С. 112-117.

Надійшла до редколегії 26.12.2014

**Рецензент:** д-р техн. наук, проф. М.І. Адаменко, Харківський національний університет ім. В.Н. Каразіна, Харків.

### ПУТИ ПОВЫШЕНИЯ ЭФФЕКТИВНОСТИ МАССОВО-РАЗЪЯСНИТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ ПО ПРОФИЛАКТИКЕ ЧРЕЗВЫЧАЙНЫХ ПРОИСШЕСТВИЙ И НЕСЧАСТНЫХ СЛУЧАЕВ

А.В. Альбоцій

*Статья посвящена исследованию возможности использования метода корреляционного анализа для повышения эффективности работы с населением по профилактике чрезвычайных происшествий и несчастных случаев.*

**Ключевые слова:** массово-разъяснительная работа, корреляционный анализ, уровень безопасности.

### USING THE METHOD OF CORRELATION ANALYSIS TO IMPROVE THE EFFICIENCY OF MASS-RAISING FOR THE PREVENTION OF INCIDENTS AND ACCIDENTS

A.V. Al'boschiy

*The article investigates the possibility of using the method of correlation analysis to improve the efficiency of the public on the prevention of incidents and accidents.*

**Keywords:** mass-explanatory work, correlation analysis, the level of security.