

## PROCESSING AND ANALYSIS OF THE RESULTS QUESTIONNAIRES IN THE PUBLIC HEALTH SYSTEM

Antomonov M.Yu.

### ОБРОБКА ТА АНАЛІЗ РЕЗУЛЬТАТІВ АНКЕТУВАННЯ У СИСТЕМІ ГРОМАДСЬКОГО ЗДОРОВ'Я

**АНТОМОНОВ М.Ю.**  
ДУ «Інститут громадського здоров'я ім. О.М. Марзєєва НАМН України», Київ, Україна

С

истема громадського здоров'я охоплює комплекс інструментів, процедур та заходів, які реалізують державні та недержавні інституції для зміцнення здоров'я населення та попередження захворювань. Суттєвим складником системи є наукове вивчення стану здоров'я та його залежності від дії чинників, які

формують здоров'я. Це вивчення здійснюють за допомогою різних методів дослідження, зокрема, анкетної самооцінки, що дає змогу за порівняно короткий час та з мінімальними витратами отримати інформацію з різноманітних питань з високим рівнем масовості дослідження. Для аналізу отриманих даних

УДК 303.621/622 : 613/614:[001.891]

ОБРОБКА ТА АНАЛІЗ РЕЗУЛЬТАТІВ  
АНКЕТУВАННЯ У СИСТЕМІ  
ГРОМАДСЬКОГО ЗДОРОВ'Я  
**Антомонов М.Ю.**

ДУ «Інститут громадського здоров'я ім. О.М. Марзєєва НАМН України»,  
Київ, Україна

**Мета.** Розробити методика та алгоритми обробки, перетворення та аналізу даних – результатів анкетного опитування для підвищення ефективності анкетування та досягнення більшої достовірності результатів.

У роботі використано такі методи: бібліографічний, дескриптивної статистики, регресійного аналізу, перетворення вихідних даних різних шкал вимірювання. Об'єктом дослідження були методи статистичної обробки, типи даних, отриманих анкетним опитуванням, варіанти перетворення даних з одного типу шкал на інші, методи створення комплексних оцінок та обчислення критеріальних значень.

**Результати.** Розглянуто різні завдання статистичної обробки даних. Запропоновано вважати за основні напрями обробки даних такі: опис, порівняння, встановлення зв'язку і залежності. Вибір адекватних методів статистичної обробки визначається двома основними детермінантами: напрямом обробки та типами даних, до яких належать мітки, бінарні змінні, рангові та кількісні. Тобто, чим більше буде варіантів типів даних, тим більше методів математичної об-

робки можна вважати адекватними. Для поширення спектра адекватних методів обробки запропоновано різні варіанти перетворення будь-яких типів даних на будь-який інший тип. Запропоновано методи перетворення даних на неіменовані (безрозмірні) вигляд з можливим подальшим обчисленням комплексних показників. Розглянуто декілька варіантів обчислення критеріальних значень чинників.

#### **Висновки**

Сформульовано відповідність методів математичної обробки результатів анкетування типам отриманих даних та задачам математичної статистики, що відповідають завданням наукового дослідження.

Використання запропонованої інформаційної технології, яка використовує різні прийоми перешкалювання даних – результатів анкетування, уможлиблює отримання даних будь-якого типу шкал, необхідних для адекватної математичної обробки. Таке перетворення даних дає змогу значно розширити спектр адекватних математичних методів, які використовуються для розв'язання завдань громадського здоров'я за допомогою анкетного опитування.

Розроблено методика кількісного визначення критеріїв шкідливого або корисного впливу характеристик способу життя респондентів за результатами анкетування.

**Ключові слова:** анкетне опитування, статистичні та математичні методи обробки даних, самооцінка здоров'я.

© Антомонов М.Ю. СТАТТЯ, 2024.

застосовують методи медичної інформатики, що базуються на сукупності підходів та процесів, які надають можливість створювати, обробляти, зберігати та передавати різну інформацію за допомогою обчислювальної техніки, програмних засобів та методів математичної обробки даних.

Водночас математична обробка результатів анкетування зазвичай має надто примітивний характер. Дослідники-медики найчастіше обмежуються обчисленням відсотків тих чи інших відповідей анкети, використовуючи найпростіші фільтри (типу розмежування за статтю та/або віком, місцезнаходженням тощо) [1, 2]. І лише іноді, як виняток, застосовують складніші методи математичної статистики [3].

Все це зумовлює доцільність розробки методів, алгоритмів та інформаційних технологій для якісних даних, отриманих анкетними опитуваннями.

#### Методичні аспекти використання медичної інформатики в анкетуванні

У другій половині ХХ століття сформувалася фундаментальна природничо-наука про медичну інформацію — медична інформатика. Її

появу зумовлено стрімким розвитком медичної науки та обчислювальної техніки. Медична інформатика оперує біомедичною інформацією, вивчає закономірності і методи одержання, зберігання, опрацювання і використання знань у медичній науці та впровадження цих знань у практичну медицину з метою профілактики і лікування пацієнтів, охорони і поліпшення здоров'я людини [4].

Інформація, якою користується медична інформатика, надається у вигляді кількісних і якісних даних, які під час інформаційного процесу перетворюються з одного виду на інший за допомогою різних методів. Опрацювання даних містить багато операцій, а саме:

- створення, отримання, збір, агрегація та накопичення даних;

- переведення якісних даних у кількісний вигляд та занесення до електронних засобів накопичення інформації (бази даних, електронні таблиці);

- первинна обробка (фільтрація, сортування, корегування та групування даних, поповнення відсутніх значень);
- перетворення даних –

переведення даних з одного виду та шкали вимірювання на інші;

- математична обробка методами математичної статистики;

- візуалізація та відображення результатів обробки;

- передача інформації для застосування кінцевому користувачу.

Обробка медичної інформації про стан громадського здоров'я створюється за допомогою методів математичної статистики. Цей процес полегшується можливостями сучасного програмного забезпечення для обробки та аналізу різноманітної кількісної та якісної інформації (рис. 1).

Вибір адекватних методів обробки визначається задачею математичної статистики, яка відповідає завданню наукового дослідження, та типом даних (шкалою вимірювання).

**Вибір математичного напрямку обробки.** *Першою детермінантою*, яка визначає вибір адекватного математичного апарату, є завдання наукового дослідження у перекладі на мову математичної статистики. У найзагальнішому вигляді можна вважати, що основними завданнями математичної статистики, які відповідають напряму наукових досліджень у системі громадського здоров'я, є опис, порівняння, зв'язок та залежності.

Математичний опис об'єкта дослідження – це найперший і найпростіший етап інформаційної технології. На цьому етапі зазвичай застосовуються методи дескриптивної (тобто описової) статистики, а саме: здійснюється побудова частотних діаграм, оцінка виду розподілу, розрахунок показників центральної тенденції і варіабельності, відсотків тих чи інших ознак. Виконується перегрупування даних, розмежування

Рисунок 1

#### Ієрархія використання методів обробки результатів



PROCESSING AND ANALYSIS  
OF THE RESULTS QUESTIONNAIRES  
IN THE PUBLIC HEALTH SYSTEM

**Antomonov M. Y.**

*State University «Institute of Public Health  
named after O.M. Marzeev National  
Academy of Sciences of Ukraine»,  
Kyiv, Ukraine*

**Aim of study.** Develop methods and algorithms for data processing, transformation and analysis of survey results to increase the effectiveness of surveying and achieve greater reliability of results.

**Materials and methods.** The following methods were used in the work: bibliographic; descriptive statistics; transformation of the output data of various measurement scales; regression analysis. The object of the study was methods of statistical processing, types of data obtained as a result of a questionnaire survey, options for converting data from one type of scale to another, methods of creating complex assessments and calculating criterion values.

**Results.** Various tasks of statistical data processing are considered. It is proposed to consider the following as the main directions of data processing: description, comparison, connection, dependencies. The choice of adequate methods of statistical processing is determined by two main determinants: the direction of processing and the types of data, which include labels, binary variables, rank and quantitative. That

is, the more options there are for data types, the more methods of mathematical processing can be considered adequate. To spread the spectrum of adequate processing methods, various options for converting any type of data into any other type are proposed. Methods of data transformation into an unnamed (dimensionless) form with possible further calculation of complex indicators are proposed. Several options for calculating criterion values of active factors are considered.

**Conclusions.** Formulated correspondence of the methods of mathematical processing of survey results to the types of data obtained and the tasks of mathematical statistics corresponding to the tasks of scientific research.

The use of the proposed information technology, which uses various methods of data rescaling – survey results, makes it possible to obtain data of any type of scales necessary for adequate mathematical processing. This transformation of data makes it possible to significantly expand the range of adequate mathematical methods that are used to solve public health problems with the help of a questionnaire. The method of quantitative determination of the criteria for the harmful or beneficial influence of the respondents' lifestyle characteristics based on the results of the questionnaire was developed.

**Keywords:** questionnaire survey, statistical and mathematical methods of data processing, self-assessment of health.

---

---

на кілька груп, формування комплексних показників. Можливе коригування вихідних масивів даних, вибракування аномальних значень за різними критеріями, заповнення пропущених значень, елімінація неінформативних змінних.

Порівняння використовується для вивчення змін між групами у разі впливу будь-яких чинників, або у динаміці дослідження. Традиційне порівняння – це виявлення відмінностей між значеннями показників у «досліджуваних» та «контрольних/референтних» групах, за статтю, віком, рівнем освіти, місцеперебуванням тощо. Математичний апарат, що використовується для порів-

няння – це чисельні критерії відмінності: параметричні та непараметричні, парні та множинні, для кількісних та не кількісних змінних, для змінних різних шкал вимірювання.

Виявлення зв'язку між змінними – також поширений тип досліджень, якій виконується за допомогою математичної статистики. Змінні можуть належати до опису власне біосистеми (Y) чи зовнішніх чинників (X), що впливають на її стан (наприклад, стан довкілля, спосіб життя, спадковість). Тому предметом вивчення стають зв'язки типу «X – X», «Y – Y» або «X – Y». Як правило, для таких досліджень не ставляться завдання виявлення причинно-наслід-

кових відношень. Тобто йдеться лише про оцінку взаємозв'язку між змінними. Оцінкою зв'язку займається кореляційний аналіз в усьому своєму різноманітті: парний та множинний, для кількісних, рангових, якісних та бінарних змінних. Наразі дуже популярними є обчислення відносного ризику для випадку, коли чинники і показники стану біосистеми мають бінарну природу.

Складнішим класом наукових та математичних завдань є виявлення та математичне представлення впливу зовнішніх чинників впливу (X) на характеристики стану біосистеми (Y). Або, інакше кажучи, залежність показників Y від впли-

ву чинників Х. Для розв'язання завдань класу вплив/залежність причинно-наслідкової відношення стають вже принципово значущими.

Для опису залежностей між кількісними змінними найчастіше використовують регресійний аналіз. Математичні моделі можуть бути будь-якого виду: як лінійними, так і нелінійними.

За допомогою математичних моделей можна виконати обчислення прогнозу зміни стану біосистем у разі зміни виразності та часу дії зовнішніх чинників, а також здійснити розрахунок «критичних рівнів» чинників, тобто таких рівнів, які викликають якісну зміну стану біосистем.

Отже, для розв'язання основних завдань аналізу даних, отриманих анкетуванням у системі громадського здоров'я, можуть використовуватися різноманітні математичні прийоми та методи.

**Типи даних (шкали вимірювання).** Об'єктом вивчення медичної інформатики є різноманітні медичні дані, одержані безпосереднім дослідженням стану здоров'я окремого індивідуума (пацієнта) та інформація про стан здоров'я населення, отримана у популяційних дослідженнях або за даними статистичної звітності.

Оцінка стану індивідуального здоров'я може бути здійснена або за допомогою інструментальних методів, або шляхом самооцінки анкетним опитуванням. Запитання, які використовуються в анкетуванні, можуть припускати відповіді, які надано показниками різних шкал вимірювання.

Для кожного типу даних залежно від завдання дослідження можуть застосовуватися різноманітні математичні методи. Тобто типи

даних – це друга глобальна детермінанта для вибору адекватного математичного апарату медичної інформатики.

Як правило, у «паспортній» частині анкети містяться запитання щодо місцезнаходження респондента або його приналежності до певної соціальної чи виробничої групи, напрямку освіти, сімейного стану тощо. Відповіді на ці питання належать до *шкали найменувань*.

*Бінарні змінні* є відповідями на запитання, що передбачають альтернативні відповіді: наприклад, ставлення до тютюнопаління та алкоголю, наявність того чи іншого діагнозу. До них належить також поділ за статтю.

*Рангові змінні* одержують у відповідях на питання про рівень освіти або доходу, посаду, вікову групу.

Вік, кількість дітей, робочий стаж та інші питання, що передбачають цифрову вказівку, належать до *кількісних змінних* (шкали відносин).

Отже, оскільки необхідно ґрунтуватися на принципі відповідності використання математичного метода отриманому типу даних, тоді чим більшим буде різноманіття типів даних, тим більше буде можливостей використання різних математичних методів. З іншого боку, розширити різноманіття типів даних можливо шляхом перетворення їх.

У математичній статистиці напрацьовано відповідні прийоми такого перешкалювання [5].

Перехід від вищої шкали даних до нижчої виконується досить легко, а саме: від шкали відношень (найвища шкала) можна легко перейти до рангової шкали, бінарних даних і найменувань; від рангових змінних – до бінарних даних і найменувань; від бінарних даних –

до найменувань.

Зворотний перехід від слабкої, грубішої шкали до шкали вищого, «кількісного» характеру («оцифрування») є не завжди коректним і досить складним.

За такого перетворення можливим є конструювання комплексних кількісних змінних навіть з найбіднішої бінарної шкали. Для цього виконують ієрархічну «свертку» декількох бінарних змінних у комплексну змінну більш високого порядку. Природно, змінні низького рівня ієрархії мають бути однотипними, тобто описувати ту саму біосистему або один і той самий процес з «різних боків». Наприклад, для різних запитань анкети, що належать до фізичного здоров'я, можна сформулювати комплексний показник «фізичне здоров'я».

Найбільш коректною процедурою такого об'єднання є сумація, або усереднення бінарних змінних з ваговими коефіцієнтами, отриманими методом експертної оцінки, наприклад, методом ієрархічної класифікації Сааті [6].

Таким шляхом за допомогою різного перешкалювання «зверху – донизу» та «знизу – доверху», можна отримати з первинних змінних відповідей анкетного опитування *змінні будь-якої шкали*. І завдяки цьому значно розширити діапазон адекватних математичних методів, які використовуються для розв'язання задач математичної статистики у системі громадського здоров'я (рис. 2).

На рисунку 2 надано матрицю відповідності завдань математичної статистики і типів змінних, для яких можливе використання адекватних математичних методів. Зірочками умовно позначено математичні прийоми, які можна використати для вирішення завдань. Рисунок 2а показує можливості ви-

користання математичної статистики з початковими даними різних шкал, отриманими анкетуванням. Рисунок 26 – розширення математичних можливостей після перетворення цих даних.

**Практичні аспекти обробки результатів анкетного опитування.** Технологія обробки та аналізу результатів анкетного опитування охоплює декілька етапів від отримання вхідних даних – до надання різноманітних розрахункових даних про вплив зовнішніх чинників на стан здоров'я населення, отриманих за допомогою математичної обробки інформації.

**Отримання вхідної інформації.** Найсучаснішим та найпопулярнішим засобом проведення анкетування (створення анкет, їх розповсюдження, заповнення, збирання та обробка) є сервіс, запропонований Google. Форми Google надають користувачеві інтуїтивно зрозумілий інтерфейс і широкі можливості розробки інтерактивних опитувальників з подальшим аналізом відповідей [7].

Результати опитування, виконаного за допомогою Google-форм, можна отримати у вигляді Excel-таблиць. При цьому назви

змінних (стовпців) повторюють всі варіанти запитань анкети, рядки – атрибути респондентів (у вигляді, передбаченому анкетною). У комірках таблиці містяться відповіді на питання анкети – у текстовому та числовому вигляді.

**Попередній етап обробки.** До початку власне обробки даних вміст таблиці має бути переведеним на стандартну форму, тобто поіменованими усі стовпці. Назви стовпців мають бути унікальними, короткими та змістовними, закодованими аббревіатурами, зрозумілими дослідникам, але прийнятними для перетворення у статистичних пакетах, обраних для аналізу. Тому аббревіатури краще надавати латинськими літерами та обмеженої довжини (рекомендується не більше 8 символів) без не буквених знаків (відсотків, крапок, тире тощо).

Зміст комірок таблиці треба перетворити на число (наприклад, замість статі «чоловік» або «жінка» використовувати цифри «1» і «2»). У кожній комірці має міститися лише одне цифрове значення.

Коди перетворень записують в окремий текстовий файл, який найпростіше створити у MS Word для подальшого використання у

роботі та звітних матеріалах.

Увесь вміст таблиці має бути вивіреном. За мінімальними та максимальними значеннями виконують первинну перевірку правильності занесення даних. Аномальні значення видаляють з подальшого розгляду. Для змінних (міток та бінарних) бажано отримати відповідність рівновимірному розподілу, для кількісних – нормальному [8].

Потрібно брати до уваги те, що за зміст відповідей (у відкритому вигляді) несе відповідальність сам респондент, тому такі відповіді у Google-формі можуть містити як ненавмисні помилки, так і навмисні спотворення, аж до жартівливого або зовсім неприйняттого змісту (особливо якщо це відповіді молоді). У разі сумніву у правильності (коректності) відповідей рекомендується їх виправити (якщо очевидно, як це зробити: наприклад, зріст вказане не у «см», як зазначено в анкеті, а у метрах) або вміст комірки видалити. Якщо для деякого респондента виявлено кілька некоректних відповідей, краще повністю видалити його дані із початкової матриці результатів.

Якщо анкету складено у такому вигляді, що допус-

Рисунок 2

**Вплив перетворення даних на можливості математичної обробки**

Тип змінних	Завдання математичної статистики			
	Опис	Порівняння	Зв'язки	Залежності
Мітки	* *	*		
Бінарні	* * *	* *	* *	
Рангові	* * * *	* * * *	* * *	* *
Кількісні	* * * * *	* * * * *	* * * *	* * * *

Тип змінних	Завдання математичної статистики			
	Опис	Порівняння	Зв'язки	Залежності
Мітки	* * * * *	* * * * *	* * * *	* *
Бінарні	* * * * *	* * * * *	* * * * *	* * * *
Рангові	* * * * *	* * * * *	* * * * *	* * * * *
Кількісні	* * * * *	* * * * *	* * * * *	* * * * *

кає не поодинокі, а множинні відповіді (наприклад, «вказіть вибір з кількох запропонованих варіантів відповідей»), тоді необхідно переробити таблицю таким чином, щоб кожен варіант відповіді розташовувався в окремому стовпці.

Тобто здійснюється перетворення кожного з цих варіантів множинної відповіді на декілька бінарних відповідей. Водночас порожні комірки мають бути заповнені альтернативними значеннями. Наприклад, якщо у комірках стовпця «діагнози» їх вказано декілька, тоді після перетворення таблиці для кожного діагнозу має бути створено окремий стовпець, в якому значення будуть закодовані так: «1» – наявність цього діагнозу, «0» – його відсутність).

Аналогічно слід чинити, якщо запитання має матричну форму. Тільки у цьому разі дані у кожному додатковому стовпчику можуть мати не бінарний вигляд, а бути мітками чи рангами.

Далі, зазвичай, перевіряють структурну валідність отриманої матриці результатів. Для цього обчислюють альфу Кромбаха та перевіряють критерії валідності у разі послідовного вилучення кожного із запитань анкети. Ті запитання, у разі вилучення яких валідність збільшується, можуть бути елімінованими.

**Отримання та перетворення кількісних відповідей.** На першому етапі обробки виявляються найінформативніші змінні, виходячи з мети наукового дослідження. А також здійснюється формування комплексних характеристик, що дає змогу зменшити розмірність простору X (наприклад, здоров'яформувальних чинників) і Y (показників стану здоров'я), а

також отримати можливість перетворення змінних на вищу шкалу вимірювання. Внаслідок виконання цього етапу можливе формування кількісних змінних з бінарних даних або шляхом перетворення рангових змінних.

Далі виконується обчислення неіменованих нормованих еквівалентів ( $d$ ) для кількісних змінних (як вхідних, так і перетворених додатково на кількісні комплексні змінні).

Водночас нормування рекомендується виконувати у діапазоні [0-1], причому найбільше значення «1» має відповідати «найкращому» значенню змінної.

Це обчислення виконується найчастіше за традиційними формулами лінійного перетворення вихідних змінних ( $x_i$ , де  $i$  – номер об'єкта дослідження) шляхом нормування на розмах змінної (різницю між максимальним –  $x^+$  та мінімальним –  $x^-$  значеннями змінної):

де  $d_i$  – числовий еквівалент, нормований на відрізку [0-1];

$x_i$  – вихідне значення перетворюваного показника;  $x^-$ ,  $x^+$  – мінімальне та максимальне значення показника відповідно.

Формула перетворення може бути нелінійною, наприклад S-подібною експоненційній функції «напівдзвону»:

Параметр  $a$  можна задавати через середньоквадратичне відхилення, як у формулі нормального розподілу, а можна як характеристику варіабельності використовувати просто розмах вибірки:

У такому випадку для нормування у діапазоні [0-1] функцію  $d$  необхідно помножити на коефіцієнт масштабування  $A$ :

Оскільки нормовані еквіваленти є кількісними змінними за природою їхнього конструювання, з ними можна виконувати будь-які додаткові кількісні перетворення, зокрема об'єднання у комплексні змінні вищого порядку. Наприклад, об'єднати комплексні показники «фізичне здоров'я», «психічне здоров'я» та «емоційне здоров'я» у показник «загальне здоров'я».

Звісно, ці комплексні показники також мають змінюватися у діапазоні [0-1] тієї самої спрямованості: «чим більшим є показник, тим краще».

**Отримання додаткових змінних нижчих шкал виміру.** Оскільки, як ми вже з'ясували, різноманітність використання математичних прийомів визначається різноманітністю типів змінних, доцільно для усіх отриманих кількісних змінних виконати перетворення зниження шкали вимірювання і отримати для тих самих даних їхні значення у ранговій та бінарній шкалах.

Перехід від кількісних змінних до рангових здійснюється найпростіше шляхом звичайного поділу діапазону їхнього змінення [0-1] на кілька ділянок. Наприклад, у разі переходу до рангової шкали [1-3] отримуємо три однакові ділянки: [0,0,33], [0,34-0,66], [0,67-1,00].

Іншим варіантом ранжування є використання параметрів вибірки: середньої арифметичної ( $\bar{x}$ ) та похибки середньої ( $S_x$ ). Тоді для переходу до трьох рангів межі ділянок  $q_1$ ,  $q_2$ ,  $q_3$  можна визначити так: середня ділянка дорівнює  $q_2 = \bar{x} \pm S_x$ , перша ділянка –  $q_1 \leq \bar{x} - S_x$ , третя –  $q_3 \geq \bar{x} + S_x$ . Замість похибки середньої можна використовувати її подвоєне значення або середньоквадратичне відхилення. Третім варіантом ранжування є використання

непараметричних характеристик вибірки: медіани та квартилі.

За будь-якого варіанту ранжування ранг «1» означає слабку виразність змінної (характеристик здоров'я-формування чинників або показників стану здоров'я), ранг «2» – середню виразність, ранг «3» – найбільшу виразність змінних.

У разі переходу не до 3-х рангів, а до 4-х або 5-ти перетворення виконуються за аналогічним алгоритмом.

Вибір варіанта ранжування залежить від вигляду розподілу кількісної змінної: у разі нормального розподілу краще використовувати параметричний підхід, у разі рівномірного розподілу – квантильний або поділ на рівні відрізки.

Критерієм коректності перетворення на ранги є приблизно однакова кількість об'єктів дослідження у кожному діапазоні. Перехід до бінарних змінних виконується аналогічно, тільки діапазонів нової змінної стає не три (або більше), а два.

**Використання різноманіття типів даних для завдань громадського здоров'я.** Ці перетворення даних дають змогу обирати для розв'язання будь-якого завдання математичної статистики: опису, порівняння, зв'язку та залежності *будь-який метод* математичної обробки, прийнятний для відповідного типу змінних.

Отже, з'являється можливість значного розширення спектра обробки та аналізу результатів анкетного опитування: у дослідженні громадського здоров'я стає можливим не лише встановити факт впливу тих чи інших чинників на стан здоров'я, але й кількісно оцінити силу цього впливу.

Для цього можна використати методи кореляційного аналізу в усьому його різноманітті, дисперсійний

аналіз, параметричні та непараметричні критерії порівняння та інші математичні прийоми.

Найважливішим є те, що ця інформаційна технологія дає змогу для проведення анкетування розв'язати основне завдання громадського здоров'я – обчислення критеріїв нешкідливого впливу чинників на здоров'я населення. Наприклад, за якого рівня дії чинника може статися погіршення здоров'я (за негативної дії) або поліпшення показників здоров'я (за позитивної).

Якісна зміна (погіршення або покращання) стану здоров'я відбувається у разі перевищення певної межі кількісної величини вимірювання того чи іншого показника стану здоров'я. Під критеріями розумітимемо граничні (критичні) значення змінної, за перевищення або зменшення якої відбувається якісна зміна стану біосистеми. Отже, критерії можна розробляти для чинників, що діють (характеристик способу життя) та визначають якісну зміну стану здоров'я, а також для показників здоров'я, що зумовлені дією чинників.

Для подання характеристик здоров'я таким значенням можна вважати межу переходу між кількісними значеннями, тобто такі кількісні значення, за яких їхня бінарна величина переходить зі значення «0» до «1». Наприклад, із групи, яка визначається як «відсутність погіршення здоров'я», до групи з явним його погіршенням. У разі рангового подання показників здоров'я ця межа можлива у переході із рангу «1» (відсутність погіршення здоров'я) до рангу «2» (незначне погіршення), тобто кількісне значення 0,33, або із рангу «2» до рангу «3» (істотне погіршення здоров'я), тобто кількісне значення 0,67. У разі бінарного подання

межею переходу (якісної зміни) є значення  $y^*=0,5$ .

Оскільки завдяки запропонованій інформаційній технології дієві чинники завжди можна подати у кількісному вигляді, найпростішим способом обчислення чинникових критеріїв є розрахунок відмінностей за допомогою критерію Ст'юдента. У разі достовірної відмінності двох порівнюваних груп: групи з відсутністю погіршення здоров'я ( $y=0$ ) та групи з наявним погіршенням ( $y=1$ ) критерієм ( $x^*$ ) можна вважати середнє значення чинникової змінної у такому кількісному поданні:

$$x^* = \frac{\bar{x}_0 + \bar{x}_1}{2}, \text{ де } x^* - \text{середнє значення критерію;}$$

$x_0$  – середнє значення у групі з відсутністю погіршення здоров'я;

$x_1$  – середнє значення у групі з погіршенням здоров'я.

Цими групами вважатимуться або бінарні представлення характеристик здоров'я «0» і «1» або «контрастне» порівняння між ранговими групами «1» і «3». Крім того, значення критерію має супроводжуватися статистичними похибками для обчислення середніх арифметичних величин. У разі бінарного подання характеристики погіршення здоров'я («0» – відсутність погіршення, «1» – наявність погіршення) від меншого середнього значення похибка віднімається, а до більшого – додається.

За позитивного впливу чинника (чим більшим є значення чинника, тим краще) нижньою межею переходу можна вважати значення  $x^- = x^* - S_0$ , а верхньою  $x^+ = x^* + S_1$  ( $S_0$  – похибка середнього значення чинника у групі з відсутністю погіршення здоров'я,  $S_1$  – похибка середнього значення чинника у групі з погіршенням здоров'я).

У разі подання показників здоров'я у ранговому вигляді підхід залишається

таким самим: для нижньої межі від меншого середнього похибка віднімається, до більшого середнього похибка додається.

Іншим підходом розрахунку критеріїв чинників є можливість виконання найпотужнішого (четвертого) завдання математичної статистики – конструювання залежностей. Розв'язання цього завдання здійснюється за допомогою регресійного аналізу.

Як відомо, регресійний аналіз може описувати зміни наслідкового показника за дії чинників (одного або кількох), виконувати інтерполяцію та екстраполяцію (розраховувати прогноз). Крім того, регресійний аналіз дає змогу розраховувати пороги дії чинників, тобто критеріїв, за яких відбувається якісна зміна результувального показника.

Ілюстрацію цього підходу подано на рисунку 3, де показано регресійну залежність деякого показника здоров'я ( $y$ ), нормованого у діапазоні  $[0-1]$ , від дії чинника  $x$ , поданого у кількісній формі. Лінійну модель, яку обрано для опису цієї залежності, показано на рисунку суцільною похилою лінією. Пунктирною лінією позначено довірчі межі цієї регресії. Критичним значен-

ням функції (показника здоров'я), за якого відбувається перехід від здоров'я до «нездоров'я», є величина  $y=0,5$ , яка у бінарному вигляді відповідає переходу від значення «0» до значення «1».

Критичне (порогове) значення чинника  $x^*$ , за якого досягається ця величина, може бути легко обчислено за отриманою математичною моделлю. Нижня межа порога ( $x^-$ ) дорівнює значенню чинника, за якої відбувається перетин верхньої межі довірчого діапазону моделі з прямою  $y=0,5$ . Відповідно, верхня межа ( $x^+$ ) визначається перетином прямої  $y=0,5$  з нижньою межею довірчого діапазону.

#### Висновки

1. Сформульовано відповідність методів математичної обробки результатів анкетування типам отриманих даних та задачам математичної статистики, що відповідають завданням наукового дослідження.

2. Використання запропонованої інформаційної технології, яка використовує різні прийоми перешкалювання даних – результатів анкетування, уможливорює отримання даних будь-якого типу шкал, необхідних для адекватної математичної обробки. Таке перетворення даних дає змогу значно роз-

ширити спектр адекватних математичних методів, які використовуються для розв'язання завдань громадського здоров'я за допомогою анкетного опитування.

3. Розроблено методику кількісного визначення критеріїв шкідливого або корисного впливу характеристик способу життя респондентів за результатами анкетування.

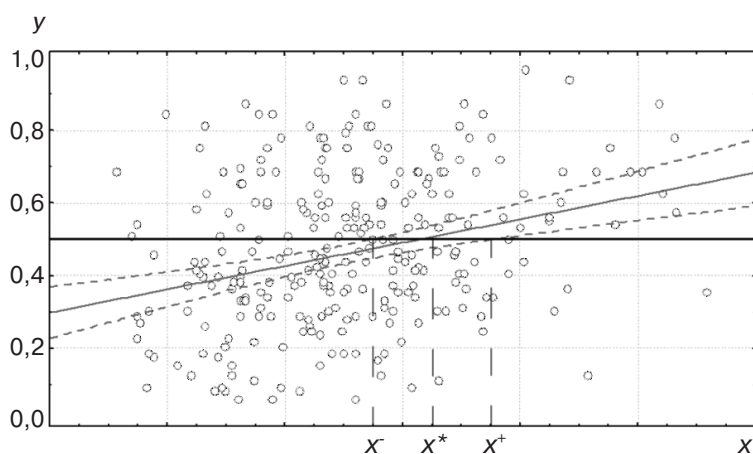
#### REFERENCES

1. Kalynychenko IO, Lati-na HO. Subiektyvna otsinka stanu zdorovia pedahohichnymy pratsivnykiv z ryznymy rivniamy profesiinoho vyhovrannia v umovakh sotsialnoi izoliatsii ta voiennoho stanu [Subjective assessment of the state of health of teachers with different levels of occupational burnout in conditions of social isolation and martial law]. *Environment & Health [Dovkilia ta zdorovia]*. 2024 Mar (1 (110)):26-31. <https://doi.org/10.32402/dovkil2024.01.026>. Ukrainian.

2. Zenkina VI. Priorytetni problemy hihiieny ta bezpeky pratsi medychnykh pratsivnykiv v umovakh nadzvychainykh sytuatsii (z dosvidu podolannia pandemii Covid-19) [Priority problems in occupational hygiene and safety of medical workers in emergency situations (from the experience of overcoming the Covid-19 pandemic)]. *Environment & Health [Dovkilia ta zdorovia]*. 2023 Dec (4 (109)):29-36. <https://doi.org/10.32402/dovkil2023.04.029>. Ukrainian.

3. Hozak SV, Yelizarova OT, Stankevych TV, Parats AM, Lebedynets NV. Zviazok sposobu zhyttia i mentalnoho zdorovia ditei mista Kyieva na druhomu rotsi viiny [Association between lifestyle and mental health of Kyiv children in the second year of the war]. *Environment & Health [Dovkilia ta zdorovia]*. 2024 Mar (1 (110)):18-25. <https://doi.org/10.32402/dovkil2024.01.018>. Ukrainian.

Рисунок 3  
Ілюстрація розрахунку критеріїв за позитивної дії чинників



4. Knihavko V, Zaitseva O, Bondarenko M, Batiuk L, Rukin O. Medychna informatyka [Medical informatics]. Kharkiv: KhNMU; 2020. 63 p. Ukrainian.

5. Antomonov MY. Metodichni aspekty otrymannia ta matematychnoho analizu rezultativ anketnykh doslidzhen hromadskoho zdorovia [Public health system in Ukraine and EU countries: realities, transformation, development vectors, perspectives]. Izdevnieciba «Baltija Publishing»; 2023. Methodological aspects of obtaining and mathematical analysis of the results of questionnaire surveys of public health; p. 99-129. <https://doi.org/10.30525/978-9934-26-330-9-4>. Ukrainian.

6. Saaty T. Pryniatyte resh-enyi. Metod analiza yer-arkhyi [Making decisions. Hierarchical analysis method]. Moskva: Radyo y sviaz; 1993. 320 p. Russian.

7. Antomonov MY. Metodichni pytannia anketuvannia v ekoloho-hihienichnykh doslidzhenniakh [The methodological issues of questionnaire survey in the environmental-and-hygienic research]. *Environment & Health [Dovkillia ta zdorovia]*. 2022 Feb (1 (102):67-75. <https://doi.org/10.32402/dovkil2022.01.067>. Ukrainian.

8. Antomonov M, Korobeinikov H, Khmelnytska I, Kharkovliuk-Balakina N. Matematychni metody obroblyennia ta modeliuvannia rezultativ eksperymentalnykh doslidzhen [Mathematical methods of processing and modeling the results of experimental research]. Kyiv: Olimpiiska literatura; 2021. 216 p. Ukrainian.

**Конфлікт інтересів відсутній.**

Надійшло до редакції 08.07.2024

UDC 616.1-005.4:611.814.3: 611.441:557.17]-053/2-039:614.73(477.41) <https://doi.org/10.32402/dovkil2024.03.041>

**ГЕНДЕРНІ ОСОБЛИВОСТІ РЕГУЛЯТОРНИХ ЗВ'ЯЗКІВ ГОМОЦИСТЕЇНУ, ГОРМОНІВ ГІПОФІЗУ І ЩИТОПОДІБНОЇ ЗАЛОЗИ У ДІТЕЙ ІЗ РАЙОНІВ, ЩО ПОСТРАЖДАЛИ У РЕЗУЛЬТАТІ АВАРІЇ НА ЧОРНОБИЛЬСЬКІЙ АТОМНІЙ ЕЛЕКТРОСТАНЦІЇ**

**Бандажевський Ю.І., Дубова Н.Ф.**

**GENDER CHARACTERISTICS OF REGULATORY CONNECTIONS BETWEEN HOMOCYSTEINE, PITUITARY AND THYROID HORMONES IN CHILDREN FROM AREAS AFFECTED BY THE ACCIDENT AT THE CHORNOBYL NUCLEAR POWER PLANT**

**A**

**BANDAZHEVSKIY Yu.I., DUBOVA N.F.**

Ecology and Health Coordination and Analytical Center, Ivankyv, Ukraine

As a result of the accident at the Chornobyl Nuclear Power Plant (ChNPP), a huge number of adults and children were exposed to radioactive elements, with the greatest impact on the thyroid gland from short-lived <sup>131</sup>I [1] and long-lived <sup>137</sup>Cs [2].

The consequence of this process was an increase in

UDC 616.1-005.4:611.814.3:611.441:557.17]-053/2-039:614.73(477.41)

**ГЕНДЕРНІ ОСОБЛИВОСТІ РЕГУЛЯТОРНИХ ЗВ'ЯЗКІВ ГОМОЦИСТЕЇНУ, ГОРМОНІВ ГІПОФІЗУ І ЩИТОПОДІБНОЇ ЗАЛОЗИ У ДІТЕЙ ІЗ РАЙОНІВ, ЩО ПОСТРАЖДАЛИ У РЕЗУЛЬТАТІ АВАРІЇ НА ЧОРНОБИЛЬСЬКІЙ АТОМНІЙ ЕЛЕКТРОСТАНЦІЇ**

**Бандажевський Ю.І., Дубова Н.Ф.**  
*Координаційний аналітичний центр «Екологія і здоров'я», Іванків, Україна*

**Метою роботи** було визначення гендерних особливостей у формуванні регуляторних зв'язків гомоцистеїну ( $H_{cy}$ ), гормонів гіпофізу та щитоподібної залози (ЩЗ) у дітей із районів України, що постраждали внаслідок аварії на Чорнобильській атомній електростанції.

**Матеріали та методи:** аналітичний, генетичний, лабораторний, математико-статистичний.

**Результати.** Було обстежено 379 підлітків (187 хлопчиків та 192 дівчинки) із Іванківського та Поліського районів Київської області. У крові дітей визначали кількість  $H_{cy}$ , тиреотропного гормону гіпофізу (TSH), вільного трийодтироніну ( $T_3$ ), вільного тироксину ( $T_4$ ). Проводили дослідження стану генетичної системи фолатного циклу (ФЦ). У групі хлопчиків із Поліського району вміст  $H_{cy}$ , TSH,  $T_3$  у крові був достовірно більшим, ніж у групі дівчаток. Після лісових пожеж у Чорнобильській зоні відчуження (ЧЗВ) рівень у крові  $H_{cy}$ ,  $T_3$ , і  $T_4$  у дівчаток із Іванківського району був достовірно вищим, ніж у дівчаток Поліського району. З концентраціями  $H_{cy}$  у крові, що не перевищують рівень 10,0 мкмоль/л, у під-

© Бандажевський Ю.І., Дубова Н.Ф. СТАТТЯ, 2024.