

УДК 614.1:616.12-008-039.1]:551.586(477)

СЕЗОННА СКЛАДОВА РИЗИКУ СМЕРТНОСТІ НАСЕЛЕННЯ УКРАЇНИ ВІД ХВОРОБ СИСТЕМИ КРОВООБІГУ

Н. В. Грабко

Одеський національний університет імені І.І. Мечникова,
вул. Всеволода Змієнка, 2, 65000, Одеса, Україна, grabkonatalyavikt@gmail.com
<https://orcid.org/0000-0003-1412-5683>

Важливою особливістю смертності населення в різних країнах світу є сезонна складова. Це означає, що в холодний період року кількість смертей зростає у порівнянні з теплим. Таке явище майже не описане у вітчизняних наукових публікаціях, проте знайшло важливі підтвердження у дослідженнях зарубіжних авторів.

Представлене дослідження присвячено вивченню та статистичному підтвердженню сезонної складової показника кількості смертей від хвороб системи кровообігу на тлі смертності від усіх причин, а також визначенню ризиків надлишкової смертності, обумовлених роллю сезонного фактора.

Для реалізації мети дослідження було проаналізовано часові ряди кількості смертей населення від усіх причин і від хвороб системи кровообігу (включаючи 2 нозологічні форми цього класу хвороб), виявлена спочатку графічно, а далі підтверджено статистично наявність основного періоду в 12 місяців. Підтвердження присутності цього періоду смертності населення дозволило оцінити такі характеристики екологічного ризику, як співвідношення шансів і відносний ризик надлишкової смертності населення України в зимовий період року у порівнянні з літнім.

У проведеному дослідженні широко застосовувалися графічний, статистичні (кореляційний аналіз і аналіз Фур'є) та матричний (побудування і аналіз таблиць спряженості) методи досліджень.

Результатами проведеної роботи стали оцінки показників співвідношення шансів (6,7-26,2 % для усіх причин смерті, 8,5-26,7 % для хвороб системи кровообігу, 8,1-31,4 % для ішемічної хвороби серця, 10,2-26,3 % для цереброваскулярних хвороб) і відносного ризику (6,2-26,1 % для усіх причин смерті, 8,2-26,6 % для хвороб системи кровообігу, 8,1-31,1 % для ішемічної хвороби серця, 10,2-26,3 % для цереброваскулярних хвороб) надлишкової смертності населення взимку у порівнянні з літнім періодом.

Отримані результати свідчать про те, що екологічні ризики надлишкової смертності населення України переважно визначаються відповідними характеристиками ризиків від хвороб системи кровообігу на тлі цілого комплексу екологічних факторів, що є типовими саме для холодного періоду року.

Ключові слова: надлишкова смертність, хвороби системи кровообігу, зимовий сезон, співвідношення шансів, відносний ризик

1. ВСТУП

Явище «надлишкової смертності» представляє собою один з важливіших факторів, що визначають актуальність вивчення ролі природних умов у формуванні смертності населення. Одним з прикладів надлишкової смертності є підвищення кількості померлих у холодний період року у порівнянні з теплим, що є досить відомим явищем. Проте, у вітчизняній науковій літературі сезонність смертності населення описана обмежено, а її пояснення досить узагальнені.

У першу чергу це стосується хвороб системи кровообігу (серцево-судинних хвороб), що є основною причиною смертності як в нашій країні,

так і у світі в цілому. Актуальність вивчення впливу екологічних умов на захворюваність і смертність від хвороб системи кровообігу дозволила сформулювати мету дослідження – це виявлення і статистичне підтвердження сезонної складової надлишкової смертності населення України в останні роки, у тому числі від хвороб системи кровообігу, вивчення причин, що обумовлюють таку сезонність, а також визначення і аналіз ризиків підвищення смертності, обумовленого сезонною складовою.

Об'єктом дослідження стала надлишкова смертність населення України від усіх причин і

від хвороб системи кровообігу за період до початку бойових дій (останнє може істотно викривити роль інших зовнішніх факторів у формуванні показника смертності), обумовлена сезонністю.

Предмет дослідження – оцінка відносних ризиків збільшення смертності населення під впливом несприятливих умов зимового періоду року.

Для досягнення поставленої в дослідженні мети виконувалися такі *завдання*:

- проаналізувати часову динаміку смертності населення України від усіх причин і від хвороб системи кровообігу;
- підтвердити і проаналізувати сезонну складову смертності населення із застосуванням графічних і статистичних методів;
- провести оцінку і аналіз співвідношення таких характеристик екологічного ризику як співвідношення шансів (Odds Ratio) і відносний ризик (Relative Risk) надлишкової смертності населення у зимовий період року у порівнянні з літнім.

2. ОГЛЯД ЛІТЕРАТУРИ

Явище надлишкової смертності розглядається у сучасних вітчизняних і зарубіжних публікаціях [1-8]. Вивченню поняття надлишкової смертності присвячено дослідження Ю.І. Муромцевої [1, с. 140], в якому надано таке визначення «надсмертність (надлишкова смертність) – це тимчасове перевищення рівня смертності (числа смертей) у певному населенні або певній групі (статевій, соціально-економічній, професійній тощо) над рівнем смертності іншого населення (групи). Надсмертність є результатом дії комплексу факторів, що визначають рівень смертності в населенні, зокрема це такі фактори навколишнього середовища, як холод, спека, голод, епідемії, пандемії, геноциди, війни» [1, с. 140-141]. В [1] це явище вивчається у різноманітних аспектах. Серед вітчизняних авторів роль певних природних факторів (в тому числі й метеорологічних) на формування смертності населення розглядається в [2, с. 120-122].

У зарубіжних авторів питання вивчення причин надлишкової смертності має значно більше поширення і представлено у вигляді публікацій в авторитетних зарубіжних виданнях – [3-8]. У першу чергу це [3], в самій назві якої присутнє поняття надлишкового ризику, і в якій досліджуються питання врахування фактора холоду у формуванні надлишкової смертності в холодний, і теплий періоди року [3, с. 486]; як основна причина надлишкової смертності розглядається низька температура.

Масштабне дослідження колективу авторів [4, с. 369-375] присвячено аналізу причин смерті більш 74 мільйонів осіб в різних країнах світу за певні періоди з 1985 по 2012 роки. В результаті дослідження було показано, що 7,71 % смертей обумовлена неоптимальною температурою; а переважна кількість смертей під впливом температури, пов'язана із холодом, а не зі спекою. Також, у публікаціях [3,4] показано, що підвищення ризику надлишкової смертності пояснюється не екстремальними температурами, а помірним холодом протягом тривалого періоду часу.

У [5, с. 86-93] сезонність розглядається як ключовий фактор надлишкової смертності в 43 країнах світу і надається прогноз щодо зміщення піку надлишкової смертності з холодного сезону на теплий на тлі глобальних змін клімату. У наступному дослідженні [6] сезонна надлишкова смертність розглядається як ключовий фактор скорочення життя населення Італії. Ці ж питання для 20 країн Європи за період 2000-2019 років розглядається у [7, с. 466-471]. Істотну надлишкову смертність холодного періоду року констатували навіть в країнах субтропічного клімату (Гонконг), визначивши ризик похолодання на тлі глобального потепління як ключовий фактор зростання кількості серцево-судинних хвороб й респіраторних захворювань [8]. В [8] вивчена роль таких умов зовнішнього середовища, як добова мінливість температури, кількість холодних днів, екстремальна відносна вологість, ризик перепади атмосферного тиску та ін.

У публікаціях вітчизняних і зарубіжних авторів для вивчення сезонної складової формування надсмертності населення застосовують різноманітні методи статистичного аналізу. В представленій статті для оцінки екологічних ризиків застосовано матричний метод (використання таблиць спряженості), теоретичні аспекти якого добре показані В.І. Бредуном [9, с. 98-102], а практичне застосування – у дослідженні О.П. Фаюри і співавторів [10, с. 54-59]. Підтвердження сезонної складової смертності населення України здійснювалося із застосуванням аналізу Фур'є, добре описаного у спеціальній літературі, в тому числі у [11, с. 33-41].

3. МАТЕРІАЛИ І МЕТОДИ ДОСЛІДЖЕНЬ

Для проведення цього дослідження застосовувалися статистичні матеріали, що представляють собою щомісячні значення чисельності населення України, кількості померлих від усіх причин, від хвороб системи кровообігу ХСК (в тому числі від

ішемічної хвороби серця ІХС і цереброваскулярних хвороб ЦВХ) за період з січня 2015 року по січень 2022 року. Джерелом інформації послужили відповідні статистичні матеріали, отримані на інформаційному порталі Мінфін [12]. З цього ж джерела були отримані характеристики смертності населення по роках.

Для проведення дослідження застосовано такі методи:

Графічний – для візуалізації статистичної інформації щодо смертності і чисельності населення.

Кореляційний – полягає у визначенні парного коефіцієнта кореляції Пірсона для характеристики тісноти лінійного зв'язку між двома рядами даних (застосовувано для визначення лінійного зв'язку між щомісячними значеннями показників кількості смертей).

Аналіз Фур'є – для виявлення значимих періодичностей у часових рядах щомісячних значень кількості смертей від усіх причин, а також від ХСК, ІБС та ЦВХ. Сутність методу полягає у розкладенні показника (смертність у часі) з великою кількістю «шумів» на прості гармонійні коливання (синусоїди і косинусоїди), що його складають. За допомогою цього методу дані переводяться з часового вигляду (по осі X – час) у частотну область (по осі X – частота або період), що дозволяє побачити цикли (періодичності), приховані всередині даних, навіть якщо вони не помітні візуально [11, с. 33-41].

Матричний – метод побудування таблиць спряженості для визначення ризику кількості надлишкових смертей у зимовий період у порівнянні із літнім. Теоретичні аспекти методу висвітлені в [9, с. 98-102]. Сутність методу полягає у структуруванні даних для виявлення статистичного зв'язку між двома категоріальними показниками: фактором сезонності (зима-літо) й результатом (кількість померлих та кількість живих). Це дозволяє оцінити, наскільки ризик смерті вищий (або нижчий) у певний період року. Для реалізації методу здійснювалося структурування даних – створювалася таблиця 2x2, де рядки – це сезон року (зима і літо), а стовпчики – це кількість померлих і кількість тих, хто залишився живим.

У табл. 1 представлений загальний вигляд таблиці спряженості, яка застосовувалася для обчислення показника співвідношення шансів (Odds Ratio - OR), а також відносного ризику (Relative Risk – RR) того, що кількість смертей взимку перевищує відповідний період влітку (з червня по серпень).

Відповідно до табл. 1 визначається співвідношення шансів, що характеризує, наскільки ризик

померти взимку вищий ніж у літку (загальний приклад реалізації подібної методики представлений у [10, с. 54-55].

Таблиця 1 – Обчислення відношення шансів і відносного ризику [10, с. 54]

Table 1 – Calculation of odds ratio and relative risk

Кількість осіб	Кількість померлих	Кількість живих	Усього
Взимку	a	b	a + b
Влітку	c	d	c + d
Усього	a + c	b + d	a+b+c+d

Для визначення OR застосовується формула:

$$OR = (ad)/(bc), \quad (1)$$

де a, b – кількість померлих і кількість живих взимку;

c, d – кількість померлих і кількість живих влітку.

Далі оцінюється відносний ризик, який показує наскільки ймовірність смерті взимку перевищує її ймовірність влітку. Для оцінки відносного ризику застосовувалася формула онлайн-статистичного калькулятора для оцінки RR, отримана з [13] і основана на моделі Е. Альтмана:

$$RR = \frac{a(a+b)}{c(c+d)}. \quad (2)$$

RR вважається більш прямим, ніж OR, методом порівняння ймовірностей в двох групах (зима і літо) і застосовується переважно у когортних дослідженнях. OR застосовується для проведення ретроспективних досліджень (випадок-контроль). У цьому дослідженні обидва показники застосовані одночасно.

4. РЕЗУЛЬТАТИ ТА ЇХ ОБГОВОРЕННЯ

4.1 Аналіз смертності населення України. Виявлення сезонної складової

Хвороби системи кровообігу тривалий час залишаються основною причиною смерті населення України. На рис. 1 показано основні причини смерті населення України за даними у січні 2022 року – доля хвороб системи кровообігу складає 64,2 % (за даними 2020 року цей показник складав 66,3 %, а у 2021 – 60,2 %), на другому місці знаходяться новоутворення – 10,1 %, третє місце у січні 2022 року посідали смерті від COVID-19, а відсоток зовнішніх причин смерті, хвороб органів травлення і хвороб органів дихання складала 3,5-4,3 %, усіх інших причин смерті – лише 6,3 %.

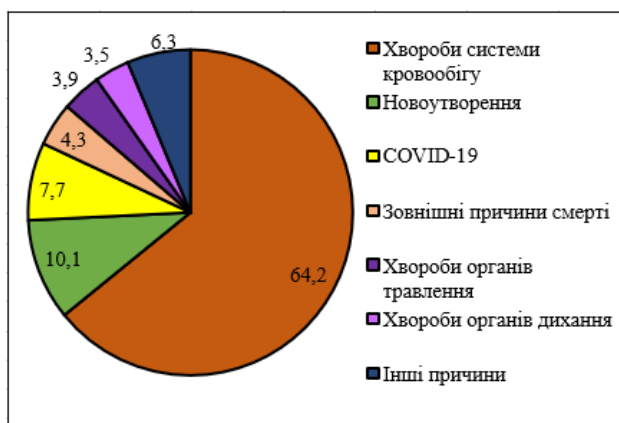


Рис. 1 – Основні причини смерті населення України, січень 2022 року

Fig. 1 – The main causes of death of the population of Ukraine, January 2022

Доля ХСК не тільки найбільша серед інших причин, вона помітно перебільшує усі інші причини смерті. Внесок таких нозологічних форм ХСК як ІХС у формуванні смертності від усіх причин також дуже високий (відповідно 44,8 % і 12,4 %).

Якщо подивитися на часову динаміку смертності населення України по роках (рис. 2), побудовану за даними [13], то вона виглядає досить плавною – з декількома максимумами і мінімумами і без візуально помітного «шуму».

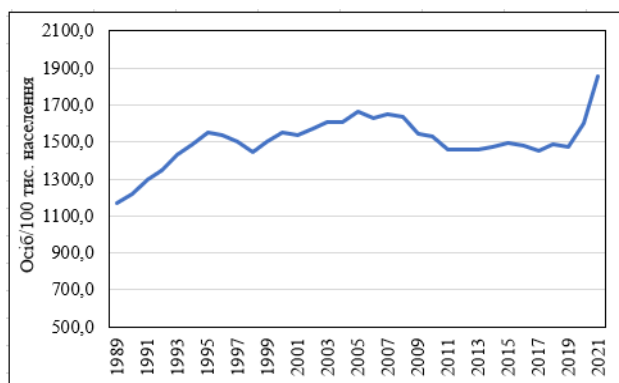


Рис. 2 – Динаміка щорічної смертності населення України від усіх причин в 1989-2021 роках

Fig. 2 – Dynamics of annual mortality of the population of Ukraine from all causes in 1989-2021

Однак, огляд літературних джерел [3-8] вказує на наявність сезонної складової даних про смертність. Отже, слід дослідити більш деталізовану інформацію. На рис. 3 представлена кількість смертей по місяцях за період з січня 2015 року по січень 2022 року. На цьому графіку інша картина – окрім великої кількості коливань показника смертності добре проглядають мінімуми у літній

період и максимуми – у зимовий.

На рис. 4 представлена динаміка щомісячної смертності від ХСК, а також двох нозологічних форм цього класу хвороб – ІХС і ЦВХ за той же період часу (показник для ЦВХ за своїми значеннями помітно нижчий ніж для ХСК та ІХС, тому на графіку представлений на допоміжній осі У, що відмічено за допомогою символу «*»).

На рис. 4 видно, що динаміка кожного з цих показників має ті ж самі тенденції, що і на рис. 3. Для визначення лінійного зв'язку між кількістю смертей від усіх причин і смертей від ХСК, ІХС та ЦВХ був розрахований коефіцієнт кореляції Пірсона, значення якого складають 0,875-0,919, що показує на тісний лінійний зв'язок між цими показниками смертності. Кількість смертей від ІХС та ЦВХ корелює із ХСК, коефіцієнт кореляції відповідно складає 0,998 й 0,985, тобто зв'язок майже прямий.

4.2 Статистичне виявлення сезонної складової показників смертності населення

Для підтвердження наявності сезонної складової для показників кількості смертей від усіх причин і ХСК був застосований спектральний аналіз Фур'є. Обчислення здійснювалося для кількості смертей від усіх причин і від ХСК. Для ІХС і ЦВХ окреме обчислення недоцільне через тісний лінійний зв'язок з показником смертності від ХСК. В результаті обчислення були отримані періоди, частоти, коефіцієнти біля синусів і косинусів функцій, що застосовувалися для розкладення часового ряду показника смертності, спектрограми (сума квадратів коефіцієнтів біля синусів і косинусів для кожного періоду/частоти) і спектральна щільність.

На рис. 5 представлені графіки із значеннями спектрограми (ось У), що відповідає кожному виявленому періоду. На обох графіках можна побачити, що саме періоду 12 місяців відповідає найбільше значення спектрограми. Цей результат статистично підтверджує наявність сезонної складової смертності як від усіх хвороб, так і від ХСК.

На об'єктивність картини могла б вплинути наявність сезонної складової чисельності населення в Україні. Динаміка щомісячних значень кількості населення в Україні, показана на рис. 6. З цього рис. видно, що такої циклічності немає. Додатковим підтвердженням відсутності сезонності цього показника є результат аналізу Фур'є – встановлено, що спектрограма для 12 місяців взагалі не є статистично значимою.

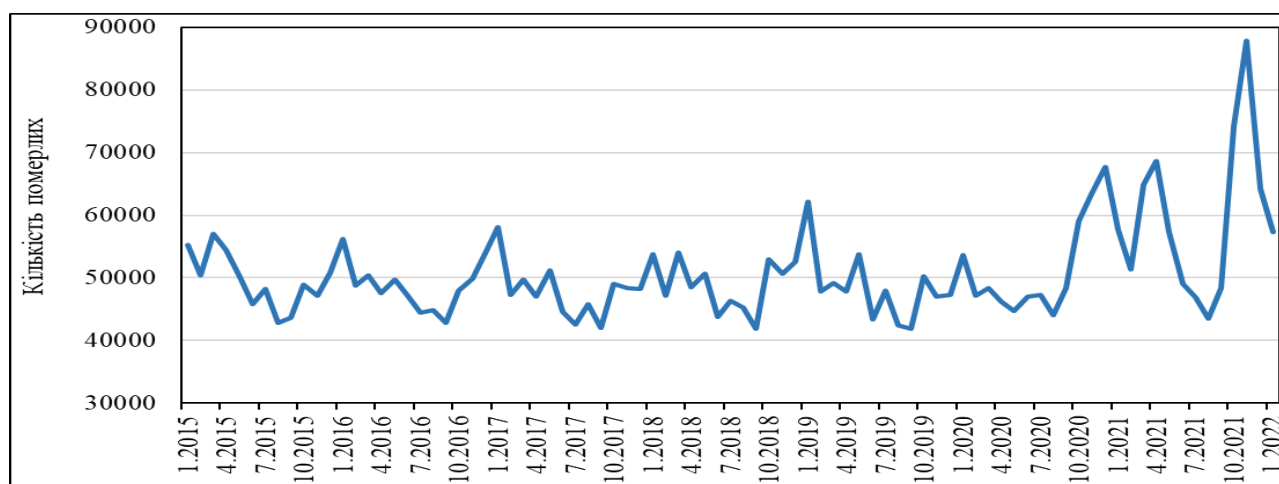


Рис. 3 – Динаміка щомісячної кількості смертей від усіх причин в Україні

Fig. 3 - Dynamics of the monthly number of deaths from all causes in Ukraine

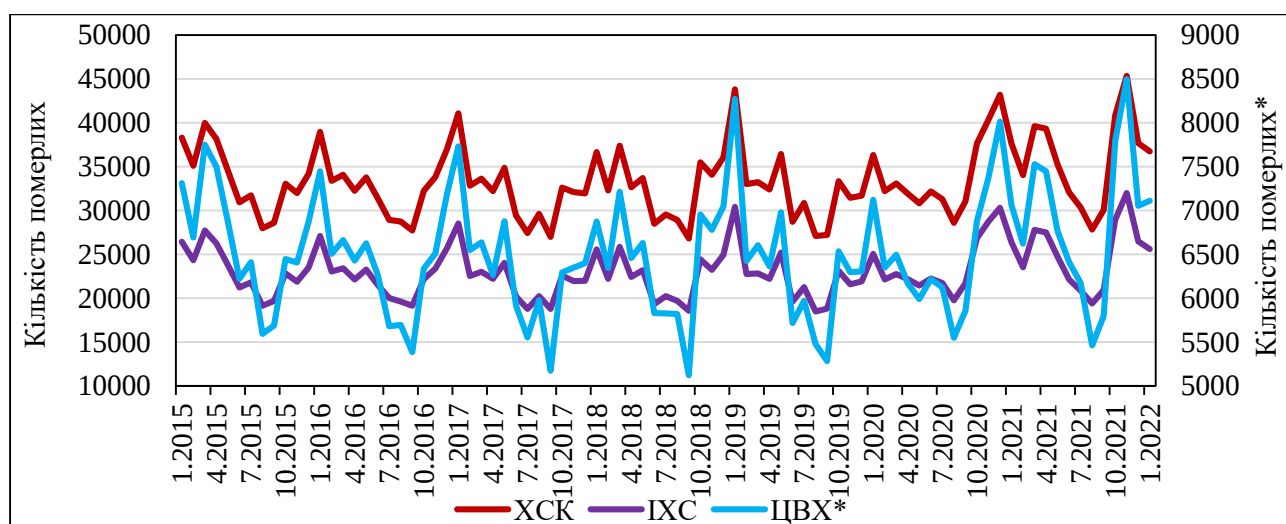


Рис. 4 – Динаміка кількості смертей від хвороб системи кровообігу (в тому числі, від ішемічної хвороби серця і цереброваскулярних хвороб) в Україні

Fig. 4 – Dynamics of the number of deaths from diseases of the circulatory system (including from ischaemic heart diseases and cerebrovascular diseases) in Ukraine

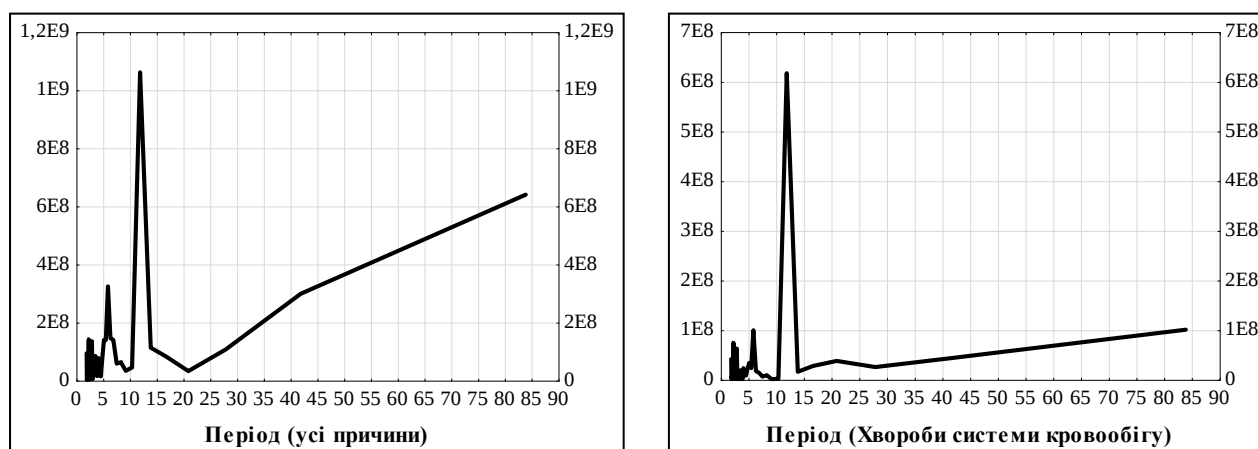


Рис. 5 – Спектрограми аналізу Фур'є для щомісячної кількості смертей від усіх причин і від хвороб системи кровообігу

Fig. 5 – Spectrograms of Fourier analysis for monthly all-cause and diseases of the circulatory system

Отже, показник чисельності населення не має впливу на періодичності у кількості смертей населення (від усіх причин і ХСК).

А загальне зниження показника (близько 2 млн. осіб за період з січня 2015 по січень 2022 років) вказує тільки на те, що при переході від кількості смертей до смертності екстремуми показника мають бути менш помітними у лівій частині графіків смертності і більш помітні – у правій.

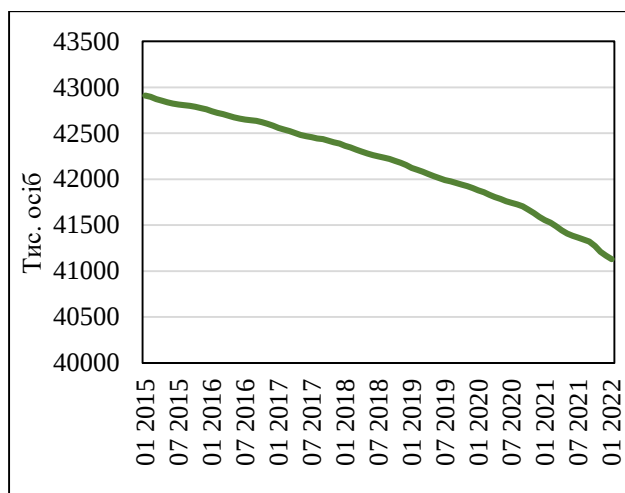


Рис. 6 – Динаміка щомісячного показника кількості населення в Україні

Fig. 6 - Dynamics of the monthly population indicator in Ukraine

Виявлені і підтверджені сезонні коливання смертності населення України вимагають пояснення причин, через які вони виникли.

Сезонність показників смертності пов'язують із складним комплексом біологічних, екологічних і соціальних факторів. Вважається, що переважне навантаження у зимовий період здійснюється на серцево-судинну і дихальну системи. Низькі температури стають причиною холодового стресу, що викликає звуження судин кровоносної системи, а отже підвищення артеріального тиску і збільшення навантаження на серце.

Під впливом холоду відбувається згущення крові – збільшується ризик утворення тромбів, а також виникнення інфарктів і інсультів.

У зимовий період збільшується фізичне навантаження на людину, обумовлене носінням важкого верхнього одягу, ходінням через кучугури. Через холодний стрес і через зменшення утворення вітаміну Д відбувається загальне зниження імунітету. Взимку людина менш рухлива, менше знаходиться на свіжому повітрі.

Додатковим фактором впливу, типовим саме для холодного періоду року, є забруднення атмосферного повітря (пов'язано із проходженням

опалювального сезону), що може стати додатковим фактором навантаження на серцево-судинну систему.

Все це показує, що надлишкова кількість смертей взимку, в тому числі від хвороб системи кровообігу, обумовлена не тільки холодом.

4.3 Оцінка і аналіз співвідношення шансів і відносного ризику надлишкової смертності населення у зимовий період

Отримавши статистичне підтвердження вираженої сезонної складової смертності населення від усіх причин, а також від ХСК, можна переходити до безпосереднього визначення оцінок ризику, пов'язаних із надлишковою смертністю взимку. Доцільно вказати, що у представленому дослідженні йдеться про зимовий період року, а не про холодний.

Для визначення показників ризику надлишкової смертності визначалися значення OR і RR для кожного з повних (є дані за усі 3 місяці) зимових і літніх періодів з січня 2015 по січень 2021 років. Для цього визначалися сумарна кількість смертей протягом зимнього сезону (це зими 2015-2016, 2016-2017, 2017-2018, 2018-2019, 2019-2020, 2020-2021 років) і протягом літнього сезону (літо 2016, 2017, 2018, 2019, 2020 і 2021 років). Кількість живих визначалася щомісяця – як різниця між кількістю населення і кількістю смертей (від усіх причин). Порівняння відбувалося для зими і літа, що наступало після цієї зими. Для зим 2014-2015 років і 2021-2022 років визначення ризиків не здійснювалося через неповні дані.

Розрахунок співвідношення шансів (OR) надлишкової кількості смертей від усіх причин, від ХСК, ІХС і ЦВХ взимку здійснювався за формулою (1). Розрахунок відносного ризику надсмертності у зимовий період у порівнянні з літнім – за формулою (2). Результати розрахунків цих показників представлені в табл. 2 і 3. Отримані характеристики ризику мають високий рівень значимості ($P < 0,0001$). Розрахунки здійснювалися за допомогою онлайн-калькулятора статистики MedCalc [13].

Аналіз табл. 2 показує, що шанс померти взимку (усі причини смерті) у порівнянні із літнім періодом вищий на 6,7-26,2 %, для хвороб системи кровообігу це ці показники складають 8,5-26,7 %, для ішемічної хвороби серця – 8,1-31,4 %, а для цереброваскулярних хвороб – 10,2-26,3 %. Найменший шанс таких надлишкових смертей спостерігався взимку 2019-2020 років (і для усіх причин, і для ХСК). Найбільший – взимку 2020-2021 років для усіх причин смерті та 2018-

2019 років – для хвороб системи кровообігу (в тому числі для ішемічної хвороби серця і цереброваскулярних хвороб).

Таблиця 2 – Розраховані значення співвідношення шансів (OR) надлишкової смертності населення України у зимовий період

Table 2 – Calculated values of the odds ratio (OR) of excess mortality of the population of Ukraine in the winter period

Період	Усі причини	ХСК	ІХС	ЦВХ
Зима 2015-2016/Літо 2016	1,1389	1,1933	1,2015	1,1778
Зима 2016-2017/Літо 2017	1,1961	1,2784	1,2930	1,2270
Зима 2017-2018/Літо 2018	1,0991	1,1569	1,1733	1,1196
Зима 2018-2019/Літо 2019	1,2131	1,2984	1,3136	1,2634
Зима 2019-2020/Літо 2020	1,0670	1,0852	1,0805	1,1018
Зима 2020-2021/Літо 2021	1,2620	1,2671	1,2795	1,1971

В табл. 3 показані результати розрахунків відносного ризику RR, який показує у скільки разів ймовірність померти взимку перевищує ймовірність померти влітку.

Таблиця 3 – Розраховані значення відносного ризику (RR) надлишкової смертності населення України у зимовий період

Table 3 – Calculated values of the relative risk (RR) of excess mortality of the population of Ukraine in the winter period

Період	Усі причини	ХСК	ІХС	ЦВХ
Зима 2015-2016/Літо 2016	1,1384	1,1928	1,2012	1,1777
Зима 2016-2017/Літо 2017	1,1954	1,2777	1,2924	1,2268
Зима 2017-2018/Літо 2018	1,0987	1,1565	1,1730	1,1196
Зима 2018-2019/Літо 2019	1,2122	1,2976	1,3109	1,2632
Зима 2019-2020/Літо 2020	1,0667	1,0850	1,0804	1,1017
Зима 2020-2021/Літо 2021	1,2609	1,2663	1,2789	1,1960

З табл. 3 можна побачити, що ймовірність ризику надлишкової смерті взимку перевищує її влітку на 6,7-26,1 % (усі причини), на 8,5-26,6 % (ХСК), на 8,0-31,1 % (ІХС) та на 10,2-26,3 % (ЦВХ). Найсприятливіші і найнесприятливіші роки з точки зору ймовірності надлишкової смерті ідентичні з OR.

Мало відрізняються й абсолютні значення OR

і RR. Таке явище є характерним для «досить рідкої події» (кількість померлих на тлі всього населення) і вказує на те, що у випадку формулювання завдання, як це було зроблено у цьому дослідженні, немає різниці між застосуванням співвідношення шансів чи відносного ризику.

5. ВИСНОВКИ

Проведені дослідження дозволили зробити такі висновки:

1) хвороби системи кровообігу є основною причиною смерті населення України, їх внесок в загальну смертність складає 60 і більше відсотків;

2) характер динаміки показника смертності в Україні залежить від періоду його осереднення – щорічний показник смертності змінюється досить плавно із загальною тенденцією до зростання; щомісячний – характеризується дуже інтенсивними коливаннями з вираженою сезонною складовою;

3) сезонна складова показника смертності населення України проявляється для усіх причин смерті, смерті від хвороб системи кровообігу, ішемічної хвороби серця й цереброваскулярних хвороб; наявність сезонної складової смертності підтверджена статистично за допомогою спектрального аналізу Фур'є;

4) сезонні коливання показника смертності населення України не залежать від чисельності населення і відбувалися на тлі його стійкого скорочення;

5) співвідношення шансів померти у зимній період у порівнянні з літнім в Україні складає 6,7-26,2 % для усіх причин смерті, 8,5-26,7 % для ХСК, 8,4-31,4 для ІХС і 10,2-26,3 % для ЦВХ;

6) відносний ризик надлишкової кількості смертей взимку складає 6,7-26,1 % для усіх причин смерті, 8,5-26,6 % для ХСК, 8,0-31,1 % для ІХС і 10,2-26,3 % для ЦВХ;

7) найнижчі значення OR і RR надлишкової смертності спостерігалися взимку 2019-2020 років; найвищі – 2020-2021 років для всіх причин смерті і 2018-2019 років для ХСК, ІХС та ЦВХ.

співвідношення шансів і відносний ризик надлишкової смерті у зимовий період майже не відрізняється – це стосується як смерті від усіх причин, так і від хвороб системи кровообігу (включаючи нозологічні форми);

8) незначна різниця між співвідношенням шансів і відносним ризиком пов'язана з тим, що смертність зі статистичної точки зору є «досить рідкою подією», а, з практичної точки зору, це означає, що у подібних дослідженнях достатньо

застосовувати лише один з досліджених показників ризику;

9) Висока синхронність часових рядів смерті від усіх причин і від хвороб системи кровообігу, а також одночасні зміни ризиків надлишкової смертності від цих причин показують, що смертність від ХСК є важливішим фактором, що визначає ризики надсмертності населення України у зимовий період.

СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ

1. Муромцева Ю.І. Надсмертність та її вимірювання в Україні в умовах пандемії COVID-19. Географія та туризм : Матеріали IV Всеукраїнської науково-практичної інтернет-конференції, 26 лютого. Харків, 2021. С. 140-153. URL: <http://dspace.hnpu.edu.ua/handle/123456789/4272>
2. Грабко Н.В., Колісник А.В. Екологічні фактори впливу на смертність населення Одеської області. Український гідрометеорологічний журнал. 2024. №33. С. 115-124. <https://doi.org/10.31481/uhmj.33.2024.01>
3. Hajat Sh., Gasparrini A. The excess winter deaths measure why its use is misleading for public health understanding of cold-related health impacts. *Epidemiology*. 2016. 27 (4). Pp. 486-491. URL: <https://doi.org/10.1097/EDE.0000000000000479>
4. Seasonality of mortality under climate change: a multicountry projection study / Madaniyazi L. et al. *The Lancet. Planetary Health*. 2024. 8(2). [https://doi.org/10.1016/S2542-5196\(23\)00269-3](https://doi.org/10.1016/S2542-5196(23)00269-3)
5. Mortality risk attributable to high and low ambient temperature: a multicountry observational study / Gasparrini A. et al. *The Lancet*. 2015. 386 (9991). Pp. 369-375. URL: [https://doi.org/10.1016/S0140-6736\(14\)62114-0](https://doi.org/10.1016/S0140-6736(14)62114-0)
6. Isabella Marinetti, Dmitri A. Jdanov, Domantas Jasilionis, Marilia Nepomuceno, Fanny Janssen Seasonal mortality and its impact on spatial inequality in life expectancy across Italy. Original research / Marinetti I. et al. *European Journal of Population*. 2025. 41:30. <https://doi.org/10.1007/s10680-025-09753-7>
7. Seasonality in mortality and its impact on life expectancy levels and trends across Europe. / Marinetti I. et al. *Journal of Epidemiology & Community Health*. 2025. Vol. 79. Pp. 466-473. <https://doi.org/10.1136/jech-2024-223050>
8. Chau P.H., Woo J. The trends in excess mortality in winter vs. summer in a sub-tropical city and its association with extreme climate conditions. *PLoS ONE*. 2015. 10(5). <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0126774>
9. Бредун В.І. Екологічна безпека та управління ризиками: навчальний посібник. Полтава: Видання Національного університету імені Юрія Кондратюка, 2021. 189 с.
10. Чинники ризику: методика визначення й оцінювання, прогнозування в медицині (огляд літератури; приклади використання у власній клінічній практиці) – повідомлення перше / Фаюра О.П. та ін. *Lviv Clinical Bulletin*. 2021. 1(33) – 2(34). С. 51-64. <https://doi.org/10.25040/lkv2021.01-02.051>
11. Яровий А.Т., Страхов Є.М. Аналіз часових рядів. Навчально-методичний посібник для студентів математичних та економічних спеціальностей. Одеса: Освіта України, 2019. 109 с. URL: https://onu.edu.ua/pub/bank/userfiles/files/fmfit/nachalni_materiali/navch_mat_111_mag/analiz_chasovykh_ryadiv.pdf
12. Інформаційний портал Мінфін. URL: <https://minfin.com.ua/> (Accessed May 10, 2026)
13. MedCalc Software Ltd. Relative Risk Calculator (Risk Ratio, 2x2 Table). URL: https://www.medcalc.org/en/calc/relative_risk.php (Version 23.5.5; accessed May 12, 2026)

REFERENCES

1. Muromtseva Yu.I. (2021) [Mortality and its measurement in Ukraine in the context of the COVID-19 pandemic]. Materials IV Vseukrainskoi naukovopraktychnoi internetkonferentsii «Heohrafiia ta turyzm» [Materials of the 4th All-Ukrainian Scientific and Practical Internet Conference «Geography and tourism»], 26 february. Kharkiv, pp. 140-153. URL: <http://dspace.hnpu.edu.ua/handle/123456789/4272>
2. Hrabko N.V., Kolisnyk A.V. (2024). [Environmental factors affecting the mortality of population in Odesa region]. Ukrain's'kij gidrometeorologichnij zhurnal [Ukrainian hydrometeorological journal], 33, pp. 105-119. <https://doi.org/10.31481/uhmj.33.2024.01>
3. Hajat Sh., Gasparrini A. (2016). The excess winter deaths measure why its use is misleading for public health understanding of cold-related health impacts. *Epidemiology*, 27 (4), pp. 486-491. <https://doi.org/10.1097/EDE.0000000000000479>
4. Madaniyazi L. et al. (2024). Seasonality of mortality under climate change: a multicountry projection study. *The Lancet. Planetary Health*, 8(2), pp. 86-94. [https://doi.org/10.1016/S2542-5196\(23\)00269-3](https://doi.org/10.1016/S2542-5196(23)00269-3)
5. Gasparrini A. et al. (2015). Mortality risk attributable to high and low ambient temperature: a multicountry observational study. *The Lancet*, 386 (9991), pp. 369-375. [https://doi.org/10.1016/S0140-6736\(14\)62114-0](https://doi.org/10.1016/S0140-6736(14)62114-0)
6. Marinetti I., Jdanov D. A., Jasilionis D. et al. (2025). Marilia Nepomuceno, Fanny Janssen Seasonal mortality and its impact on spatial inequality in life expectancy across Italy. Original research. *European Journal of Population*, 41:30. <https://doi.org/10.1007/s10680-025-09753-7>
7. Marinetti I. et al. (2025). Seasonality in mortality and its impact on life expectancy levels and trends across Europe. *Journal of Epidemiology & Community Health*, vol. 79, pp. 466-473. <https://doi.org/10.1136/jech-2024-223050>
8. Chau P.H., Woo J. (2015). The trends in excess mortality in winter vs. summer in a sub-tropical city and its association with extreme climate conditions. *PLoS ONE*, 10(5). <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0126774>
9. Bredun V.I. (2021). Ekologichna bezpeka ta upravlinnia ryzykami: navchalnyi posibnyk [Environmental safety and risk management: a study guide]. Poltava: Vydannia Natsionalnoho universytetu imeni Yuriia Kondratiuka. 189 p. (in Ukr.)
10. Fayura O., Maksymuk A., Abrahamovych O. et al. [Risk Factors: Method of Determination and Evaluation, Prognosis in Medicine (Literature Review; Examples of Use in Own Clinical Practice) – First Notice]. [Lviv Clinical Bulletin], 1(33) – 2(34), pp. 51-64. <https://doi.org/10.25040/lkv2021.01-02.051>
11. Iarovy A.T., Strakhov Ye.M. (2021) Analiz chasovykh ryadiv. Navchalno-metodychnyi posibnyk dlia studentiv matematychnykh ta ekonomichnykh spetsialnostei [Time series analysis. Educational and methodological manual for students of mathematical and economic specialties]. Аналіз часових рядів. Навчально-методичний посібник для студентів математичних та економічних спеціальностей. Одеса: Osvita Ukrainy. (in Ukr.) URL: https://onu.edu.ua/pub/bank/userfiles/files/fmfit/nachalni_m

12. Informatsiyni portal Minfin [Information portal Minfin]. Available at: <https://minfin.com.ua/> (Accessed: 17 May 2026). (in Ukr.) URL: <https://minfin.com.ua/> (Accessed May 10, 2026)
13. MedCalc Software Ltd. Relative Risk Calculator (Risk Ratio, 2x2 Table). https://www.medcalc.org/en/calc/relative_risk.php (Version 23.5.5; accessed May 12, 2026)

SEASONAL COMPONENT OF THE MORTALITY RISK AMONG THE POPULATION OF UKRAINE FROM DISEASES OF THE CIRCULATORY SYSTEM

N. V. Hrabko

*Odesa I.I. Mechnikov National University
2, V. Zmiiienka Str., Odesa, 65000, Ukraine
grabkonatalyavikt@gmail.com
<https://orcid.org/0000-0003-1412-5683>*

An important feature of population mortality in different countries of the world is the seasonal component. This means that in the cold period of the year, the number of deaths increases compared to the warm period. Such a phenomenon is almost never described in domestic scientific publications, but it found important confirmation in the research of foreign authors.

The presented study is dedicated to the study and statistical confirmation of the seasonal component of the indicator of the number of deaths from diseases of the circulatory system against the background of mortality from all causes, as well as the determination of the risks of excess mortality due to the role of the seasonal factor.

To realize the goal of the study, the time series of the number of deaths of the population from all causes and from diseases of the circulatory system (including 2 nosological forms of this class of diseases) was analyzed, first graphically, and then statistically confirmed the presence of the main period of 12 months. Confirmation of the presence of this period of population mortality made it possible to assess such characteristics of environmental risk as the odds ratio and the relative risk of excess mortality of the population of Ukraine in the winter period compared to the summer period.

Graphical, statistical (correlation analysis and Fourier analysis) and matrix (construction and analysis of conjugation tables) research methods were widely used in the conducted research.

The results of the work were estimates of odds ratios (6.7-26.2% for all causes of death, 8.5-26.7% for diseases of the circulatory system, 8.1-31.4% for ischaemic heart diseases, 10.2-26.3% for cerebrovascular diseases) and relative risk (6.2-26.1% for all causes of death, 8.2-26.6% for diseases of the circulatory system, 8.1-31.1% for ischaemic heart diseases, 10.2-26.3% for cerebrovascular diseases) of excess mortality of the population in winter compared to the summer period.

The obtained results indicate that the environmental risks of excess mortality of the population of Ukraine are mainly determined by the corresponding characteristics of the risks from diseases of the circulatory system against the background of a whole complex of environmental factors that are typical for the cold period of the year.

Keywords: excess mortality, diseases of the circulatory system, winter season, odds ratio, relative risk

*Подання до редакції : 24. 01. 2026
Надходження остаточної версії : 25. 03. 2026
Публікація статті : 25. 05. 2026*