

УДК 502.3/7:314.1

ЕКОЛОГІЧНІ ФАКТОРИ ВПЛИВУ НА СМЕРТНІСТЬ НАСЕЛЕННЯ ОДЕСЬКОЇ ОБЛАСТІ

Н. В. Грабко, А. В. Колісник

Одеський державний екологічний університет,
вул. Львівська, 15, 65016, Одеса, Україна, grabkonatalyavikt@gmail.com

Представлене дослідження охоплює значну частину періоду пандемії COVID-19 і присвячено ролі екологічних факторів у формуванні смертності населення від основних причин. Основними причинами смертності населення Одеської області у досліджений період є хвороби системи кровообігу, COVID-19, новоутворення, зовнішні причини, хвороби органів травлення й хвороби органів дихання, які на 94-95 % визначають смертність від усіх причин в Одеській області. Але з цих шістьох класів захворювань тільки хвороби системи кровообігу, COVID-19 й хвороби органів дихання та деякі їх нозологічні форми мають одночасні максимуми смертності, протягом яких смертність населення Одеської області від усіх причин збільшується майже у два рази. У часі відбувається певний перерозподіл частоти причин смертності між шістьма основними захворюваннями-причинами смертності населення регіону. Смертність від COVID-19 посіла друге місце, посунувши смертність від новоутворень та інші причини. Але виникнення одночасних максимумів смертності від хвороб системи кровообігу, COVID-19 й хвороб органів дихання цим не пояснюється.

Формування одночасних максимумів смертності від неінфекційних й інфекційних хвороб не можна пояснити впливом факторів соціального або техногенного характеру. Це вказує на необхідність звернути увагу на ряд таких екологічних факторів природного походження як метеорологічні, біометеорологічні й геліокосмічні. У представленому дослідженні показана можливість лінійного статистичного зв'язку між цими екологічними факторами природного походження й смертністю населення Одеської області від таких класів хвороб як хвороби системи кровообігу, COVID-19 й хвороби органів дихання, а також таких нозологічних форм хвороб системи кровообігу як ішемічна хвороба серця і цереброваскулярні хвороби, а також хвороб органів дихання як грип й пневмонії.

Ключові слова: смертність; хвороби системи кровообігу; COVID-19; хвороби органів дихання; метеорологічні фактори; біометеорологічні фактори; геліокосмічні фактори; коефіцієнт кореляції.

1 ВСТУП

Дослідження демографічного характеру показують, що в Україні високий рівень смертності від хвороб неінфекційного походження (наприклад, хвороби системи кровообігу) поєднаний із високим рівнем смертності від таких зовнішніх причин, як, наприклад, нещасні випадки, травми, отруєння, інфекційні й паразитарні хвороби та ін. Основними причинами смертності в Україні тривалий час (десятьки років) були такі класи хвороб як хвороби системи кровообігу, новоутворення та зовнішні причини (нещасні випадки, травми, отруєння та ін.).

Але 2020 рік став початком пандемії COVID-19 в багатьох країнах світу, у тому числі й в Україні і не тільки викликав багато смертей, але й принципово вплинув на структуру смертності.

З'явилася не тільки необхідність вивчення змін у структурі смертності, але й залишилася

досить складна багатопланова проблема виявлення й оцінки факторів різноманітної природи, які впливають на цей показник. Останнє є вкрай важливим завданням і має безумовне практичне значення.

В цьому дослідженні проведено аналіз ролі певних метеорологічних, біометеорологічних і геліомагнітних факторів у формуванні основних причин смертності населення Одеської області. Такі фактори розглядаються як стрес-фактори, а отже їх дослідження спрямовано на виявлення самого впливу, а не його механізмів.

В наш час відомі численні дослідження ролі різноманітних екологічних факторів у формуванні смертності або захворюваності населення на різні класи хвороб, проте більшість з цих досліджень не надають однозначної відповіді на питання про те, які з них слід вважати вирішальними або найбільш важливими. Отже дослідження подібного

спрямування залишатимуться актуальними до остаточного вирішення проблеми.

Метою дослідження стало виявлення статистичних зв'язків між метеорологічними, біометеорологічними, геліомагнітними умовами, які супроводжували формування смертності в Одеському регіоні в останні роки. Для досягнення цієї мети вирішувалися такі завдання: характеристика основних причин смертності населення Одеської області в останні роки за її структурою й у часі; характеристика певних метеорологічних, біометеорологічних, геліокосмічних умов в Одеській області; оцінка зв'язків між вказаними екологічними факторами й основними за структурою причинами смертності населення Одеської області.

Об'єктом дослідження стали, з одного боку, перелічені вище екологічні фактори, а з іншого – смертність від основних класів хвороб. Предметом дослідження є зв'язки між цими показниками.

Частково поставлені завдання вже вирішувалися в контексті метеорологічних й біометеорологічних умов та їх ролі у формуванні смертності від усіх хвороб, хвороб системи кровообігу й COVID-19 [1-2], які показали наявність слабких статистичних залежностей, а також синхронність показників смертності, спричиненої хворобами системи кровообігу й COVID-19 (ці класи хвороб мають, відповідно, неінфекційну й інфекційну природу, а отже такі зв'язки самі по собі вимагають пояснення).

Роль метеорологічних або біокліматичних умов у формуванні смертності або захворюваності на COVID-19 представлена переважно у дослідженнях зарубіжних авторів. Так, робота [3] показує можливі механізми впливу окремих кліматичних умов на зараження, сприйнятність й важкість COVID-19. У наступному дослідженні [4] представлені статистичні підходи для виявлення зв'язку між денною кількістю заражень на COVID-19 й рядом біокліматичних індексів (нажаль, через різницю у вихідних даних авторам такі підходи застосувати не вдалося). Зв'язок між окремими метеорологічними параметрами (температура повітря, відносна вологість й атмосферний тиск) показані в [5], а деякі висновки, отримані в цьому дослідженні суперечать результатам авторів, представлених у [1]. Що стосується іншого регіону [7], то представлені результати (для окремих метеорологічних факторів) в цілому близькі до результатів [1]. Досліджень вітчизняних авторів, присвячених ролі метеорологічних або біометеорологічних

факторів у формуванні смертності або захворюваності населення на COVID-19 поки не знайдено. Проте представлені посилання на роль цих факторів у формуванні інших захворювань (як неінфекційної, так і інфекційної природи) [8]. Що стосується геліомагнітних умов, то їх роль у формуванні захворювань інфекційної природи була показана у роботах О.Л. Чижевського на початку ХХ століття.

2 МАТЕРІАЛИ ТА МЕТОДИ ДОСЛІДЖЕННЯ

Під час виконання дослідження як вихідні дані були використані матеріали, представлені на сайті Головного управління статистики (ГУС) в Одеській області [8]. За допомогою представлених матеріалів було визначено кількість випадків смерті від усіх причин, а також від різних класів хвороб й певних нозологічних форм протягом кожного календарного місяця періоду з січня 2020 року по січень 2022 року (після початку бойових дій розміщення цих даних припинилося).

Досліджувалася смертність від усіх причин, у тому числі, від перших шістьох класів хвороб (за Медичною класифікацією 10 перегляду) – основних причин смерті населення Одеської області: хвороби системи кровообігу, COVID-19, новоутворення, зовнішні причини смерті, хвороби органів травлення і хвороби органів дихання, які разом охоплюють близько 94-95 % смертності населення області від усіх причин.

В роботі використовувалися значення кількості випадків смерті за кожен місяць періоду з січня 2020 року по січень 2022 року (використовувати коефіцієнт смертності, тобто визначати показник на 1000 населення мешканців області від місяця до місяця протягом всього періоду часу).

Характеристика метеорологічних умов Одеської області здійснювалася за такими показниками як температура повітря T , швидкість вітру V , відносна вологість f й атмосферний тиск P . А біометеорологічні умови за допомогою таких біометеорологічних (біокліматичних) індексів як еквівалентно-ефективна температура EET й ваговий вміст кисню в атмосферному повітрі P_O . Біокліматичний індекс EET визначається за формулою А. Міссенарда:

$$EET = 37 - \frac{37 - T}{0,68 - 0,0014f + \frac{1}{1,76 + 1,4V^{0,75}}} - 0,29T \left(1 - \frac{f}{100} \right), \quad (1)$$

де T - температура повітря, °С;

f - відносна вологість повітря, %;

v - швидкість вітру, м/с.

P_O визначався за формулою Клапейрона у редакції В.Ф. Овчарової:

$$P_O = 0,232\mu(P - e)/(KT_k) \quad (2)$$

де P_O - ваговий вміст кисню в атмосферному повітрі, г/м³;

P - атмосферний тиск, Па;

e - парціальний тиск водяної пари в атмосферному повітрі, Па;

m - молярна маса повітря ($m = 28,98$ г/моль - середня молярна маса сухого повітря);

T_k - абсолютна температура повітря, К;

$T_k = 0,273,15 + T$; T - температура повітря, °С;

$K = 8,31$ Дж/(моль К) - молярна газова стала;

0,232 - масова доля кисню в сухому повітрі.

Для перерахунку відносної вологості (f) у парціальний тиск водяної пари (e) були використані формули Guide to Meteorological Instruments and Methods of Observation Всесвітньої метеорологічної організації.

Метеорологічні й біометеорологічні характеристики представляють собою середньомісячні значення кожного з вказаних показників за період з січня 2020 року по січень 2022 року, осереднені за даними 10 метеорологічних станцій (Одеса, Білгород-Дністровський, Роздільна, Любашівка, Затишся, Сербка, Сарата, Болград, Вілково, Ізмаїл) Одеської області, окрім швидкості вітру (окремо досліджувалися матеріали по Одесі й по 9 іншим станціям). Їх значення визначалися авторами в межах попереднього дослідження [1].

Для характеристики геліокосмічних умов використовувалися такі матеріали як рівень випромінювання з довжиною хвилі $\lambda = 10,7$ см (SFU) й кількість сонячних плям за кожен місяць досліджуваного періоду, які представляють собою загальнопланетарні дані і отримані з графічних матеріалів, представлених в [9].

У дослідженні використовувалися графічні й порівняльні методи. Статистичні оцінки проведені за допомогою кореляційного аналізу.

3 РЕЗУЛЬТАТИ ДОСЛІДЖЕННЯ ТА ЇХ ОБГОВОРЕННЯ

3.1 Причини смертності населення Одеської області

У першій частині роботи проводилося дослідження показників смертності від усіх причин й від основних класів захворювань (а також деяких їх нозологічних форм), що на

94-95 % визначали структуру смертності Одеської області у 2020-2021 роках й у січні 2020 року.

На рис. 1 представлена діаграма повторюваності випадків смерті населення Одеської області від основних причин – це класи хвороб, які посідають перші 6 місць за внеском у смертність населення в Одеській області. На рис. 1 показані дані 2021 року (у 2020 році та у січні 2022 року ситуація майже ідентична даним рис. 1).

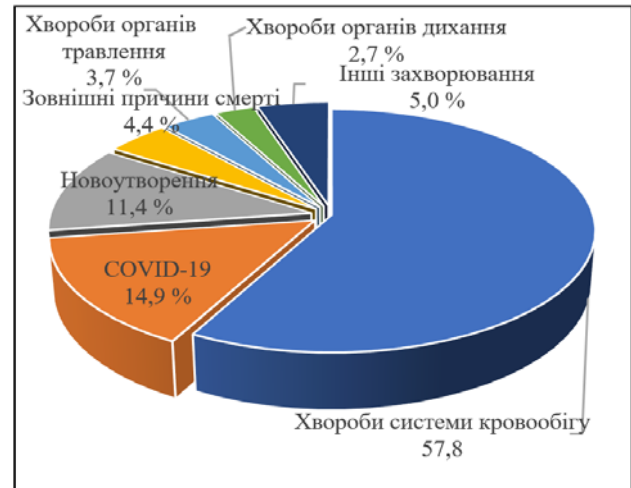


Рис. 1 – Структура смертності (основні причини) населення Одеської області (2021 рік)

Fig. 1 - Mortality structure (main causes) of the population of Odesa Oblast (2021)

Основною причиною смертності населення є хвороби системи кровообігу (57,8 % випадків); друге місце посіла смертність від COVID-19 (14,9 % випадків – у 2020 році показник був меншим); на третьому місці знаходилися новоутворення (у 2020 році вони посідали друге місце); на інших місцях знаходилися зовнішні причини смерті (4,4 % випадків), хвороби органів травлення (3,8 % випадків) й хвороби органів дихання (2,7 % випадків). Повторюваність цих перших шістьох класів хвороб протягом 2021 року склала 95 % випадків і в окремі місяці змінювалася не більше, чим на 2,5 %.

Далі причини смертності населення в Одеській області від основних класів хвороб досліджувалися у часі і з врахуванням нозологічних форм для деяких класів хвороб. На рис. 2 представлена динаміка хвороб системи кровообігу (ХСК), а також таких нозологічних форм цього класу хвороб як ішемічна хвороба серця (ІХС) та цереброваскулярні хвороби (ЦВХ) (у період з січня 2020 по січень 2022 років).

На рис. 2 можна побачити, що для даного періоду часу спостерігаються дуже істотні коливання показника смертності – якщо порівнювати різні місяці періоду з січня 2020 року по січень 2022 року, то різниця у кількості померлих складала майже 2 рази. Помітні, але значно менш виражені коливання показника смертності протягом періоду дослідження спостерігаються для хвороб системи кровообігу, а також двох нозологічних форм цього класу хвороб. Смертність – досить сталий показник. Такі істотні коливання свідчать про наявність певного фактору, який їх викликав.

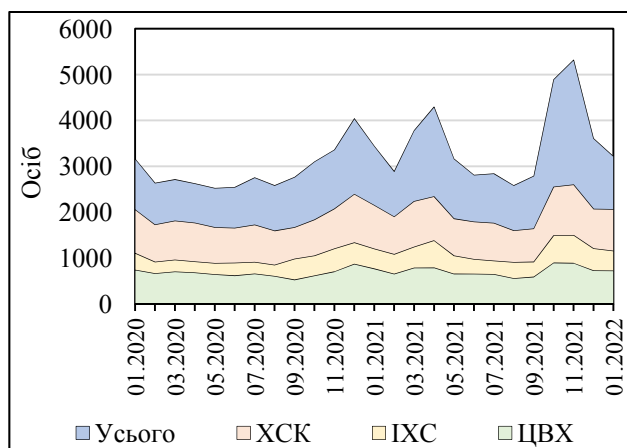


Рис. 2 – Динаміка смертності від хвороб системи кровообігу на тлі смертності від усіх причин
Fig. 2 - Dynamics of mortality from diseases of the circulatory system against all-cause mortality

Динаміка смертності від усіх причин в Одеській області характеризується трьома вираженими максимумами – у грудні 2020 року, квітні 2021 року, а також у жовтні й листопаді 2021 року (ці максимумами вже були описані у [1]). Як вже зазначалося у [1], і, як можна побачити на рис. 2, ці максимумами повністю дублюються у динаміці ХСК, а також у динаміці її нозологічних форм – ІХС й ЦВХ. Розраховані коефіцієнти кореляції між смертністю від усіх хвороб й від ХСК складає 0,958, смертністю від усіх хвороб й від ІХС – 0,967, а між смертністю від усіх хвороб й від ЦВХ – 0,876 (усі отримані коефіцієнти кореляції є статистично значущими). Цим показано, що ХСК вносять істотний внесок не тільки у формування рівня загальної смертності Одеської області, а й її динаміки протягом досліджуваного періоду.

COVID-19 слід вважати другою за значенням причиною смертності населення Одеської області (за даними рис. 1). На рис. 3 представлена порівняльна динаміка смертності населення регіону від усіх причин й від COVID-

19. Можна побачити, що перші випадки смерті від COVID-19 були зареєстровані у травні 2020 року. А сам показник протягом періоду з січня 2020 року по січень 2022 року зазнає дуже істотних коливань.

Якщо не зважати на початок періоду пандемії, то у літні місяці 2020 й 2021 років смертність від COVID-19 складала декілька десятків випадків, проте, значно збільшувалася (до сотень, і навіть тисяч випадків) у місяці пікових значень, які повністю відповідають місяцям максимальних значень для смертності від ХСК і двох нозологічних форм, а, отже, й від усіх причин.

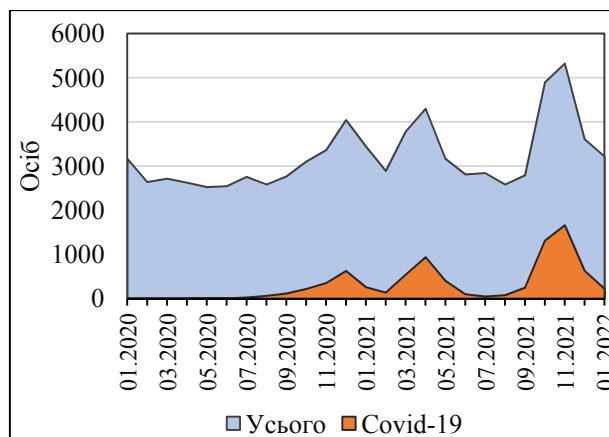


Рис. 3 – Динаміка смертності від COVID-19 на тлі смертності від усіх причин
Fig. 3 - Dynamics of mortality from COVID-19 against all-cause mortality

Внесок COVID-19 у формування смертності населення Одещини складав у грудні 2020 року 15,4 %, у квітні 2021 року – 21,8 %, а у жовтні й листопаді 2021 року – 26,8-21,2 % випадків. У літні місяці 2021 року цей показник дорівнював 2-4 % випадків. Коефіцієнт кореляції між смертністю від COVID-19 й від усіх хвороб складає 0,865 й є статистично значущим. Отже, смертність від COVID-19 є важливою складовою смертності населення області від усіх причин.

На рис. 4 представлена динаміка смертності населення від таких класів хвороб як новоутворення, зовнішні причини (ЗПС) й хвороби органів травлення (ХОТ) на тлі смертності від усіх причин. Внесок смертності від новоутворень у формування смертності від усіх хвороб протягом досліджуваного періоду в середньому складав 13,2 % випадків, від зовнішніх причин – 5,0 % випадків, а від хвороб органів травлення – 4,2 % випадків. Для більш наочного представлення динаміки показників смертності від цих трьох класів хвороб на рис. 4, вони показані за допомогою допоміжної осі У.

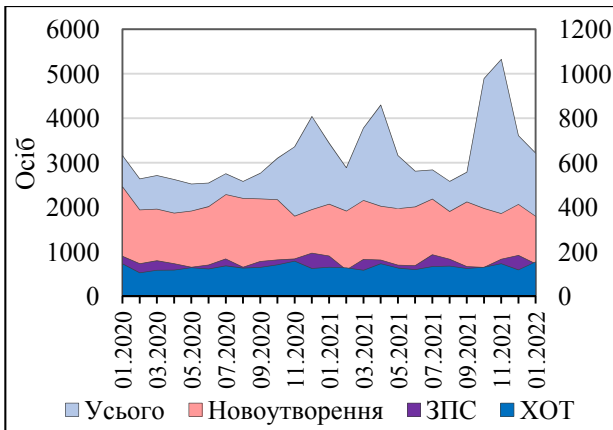


Рис. 4 – Динаміка смертності від новоутворень, зовнішніх причин і хвороб органів травлення на тлі смертності від усіх причин
Fig. 4 – Dynamics of mortality from neoplasms, external causes and diseases of the digestive system against all-cause mortality

На рис. 4 видно, що смертність від новоутворень, зовнішніх причин і хвороб органів травлення характеризується досить незначними коливаннями, які майже не співпадають із найбільш вираженими максимумами смертності від усіх хвороб. Оцінка коефіцієнтів кореляції між смертністю від кожного з цих трьох класів хвороб й від усіх захворювань показала, що вони статистично незначущі. Тому під час аналізу впливу екологічних факторів на стан смертності населення Одеської області цим класам захворювань доцільно приділяти менше уваги.

На рис. 5 представлена динаміка смертності населення Одеської області від останнього з шістьох основних класів хвороб – хвороб органів дихання (ХОД), а також від грипу й пневмоній (нозологічна форма ХОД).

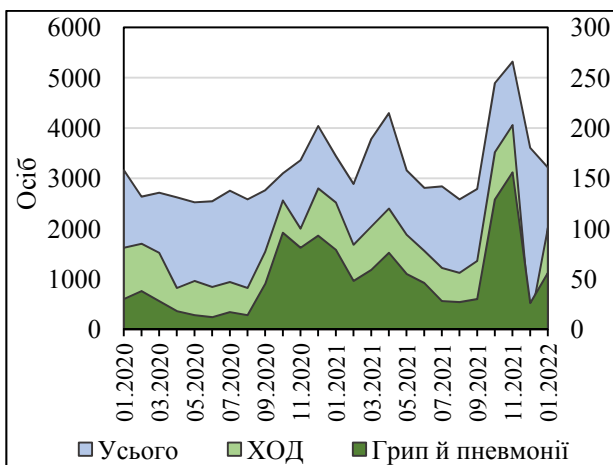


Рис. 5 – Динаміка смертності від хвороб органів дихання на тлі смертності від усіх причин
Fig. 5 - Dynamics of mortality from diseases of the respiratory system against all-cause mortality

Внесок ХОД у формування загальної смертності Одещини досить невеликий – 2,6 %, а грипу й пневмоній – 1,5 % в середньому за період досліджень. Через це динаміка цих двох показників смертності на рис. 5 представлена за допомогою допоміжної осі У. Так видно, що саме вони відрізняється дуже високою мінливістю – у 28 разів для хвороб органів дихання й у 13 разів для грипу й пневмоній.

На графіку видно, що максимума смертності дуже добре накладаються на піки, виявлені у смертності від усіх хвороб, від ХСК й COVID-19 (перший максимум смертності від ХОД, а також грипу й пневмоній починається раніше – ще у вересні 2020 року й розтягнутий у часі на три місяці). Коефіцієнт кореляції для смертності від усіх хвороб й від хвороб органів дихання складає 0,808, від усіх хвороб та від грипу й пневмоній – 0,876. Незважаючи на найменший внесок у смертність від усіх хвороб, смертність від ХОД також дублює більшість її тенденцій.

Було встановлено, що класи хвороб, які є першими шістьма причинами смертності населення Одеської області, можна поділити на 2 групи. У групу 1 увійшли ХСК (а також 2 нозологічні форми), COVID-19 й ХОД (і 1 нозологічна форма), які дублюють особливості динаміки одна одної й визначають основні коливання смертності від усіх хвороб. Група 2 – новоутворення, зовнішні причини й ХОТ, смертність від яких не має статистичного зв'язку зі смертністю від усіх хвороб, а її мінливість мінімальна. Для уточнення ситуації для кожного з шістьох класів захворювань за кожен місяць періоду досліджень була розрахована повторюваність випадків відносно смертності від усіх хвороб. Далі ці показники були просумовані у межах кожної з двох виділених груп. Результати можна побачити на рис. 6.

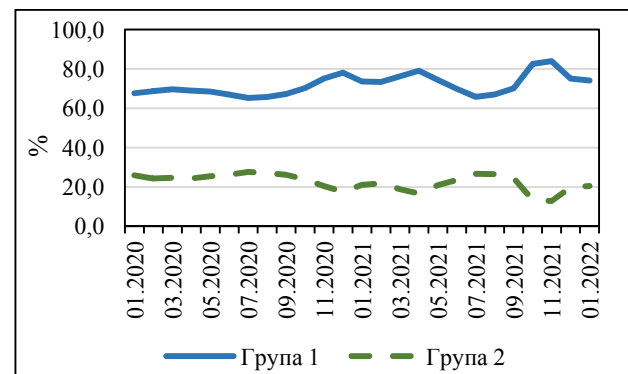


Рис. 6 – Динаміка внеску хвороб групи 1 і групи 2 у формування смертності від усіх причин
Fig. 6 - Dynamics of the contribution of group 1 and group 2 diseases to all-cause mortality

Хід двох кривих, що представляють групу 1 і групу 2 синхронний й протилежний. Їх синхронність характеризується коефіцієнтом кореляції $-0,996$, а такий тісний статистичний зв'язок не може бути випадковим.

Подібний зв'язок існує і всередині групи 1 (між внеском у загальну смертність хвороб системи кровообігу й COVID-19 коефіцієнт кореляції складає $-0,929$), це може означати, наприклад, що формування показника смертності від COVID-19 відбувалося за рахунок осіб, важко хворих на інші хронічні хвороби, у тому числі ХСК, новоутворення, ХОТ. Смертність від ХОД статистично не пов'язана із смертністю від COVID-19, а смертність від грипу й пневмоній, навпаки, має середній статистичний зв'язок із смертністю від COVID-19 і характеризується статистично значущим коефіцієнтом кореляції $0,634$. Останнє повністю відповідає схожій природі обох захворювань.

Проте, все це жодним чином не пояснює одночасні зростання й падіння смертності від таких хронічних захворювань як ХСК й захворювань інфекційної природи, таких як COVID-19 та грип й пневмонії.

Зрозуміло, що поясненням таких максимумів смертності мають бути зовнішні фактори, які з одного боку майже одночасно впливають на все населення Одеської області, а з іншого боку – є фактором, серйозно обтяжуючим стан здоров'я хворих як на ХСК, так і COVID-19 та ХОД.

Слід зазначити, що досліджувався період до початку бойових дій на території України, а отже жодних досить масштабних факторів соціального або техногенного походження, які могли б пояснити ці максимуми, не відомо. Тому слід звернутися до екологічних факторів природного походження, які досліджені далі.

3.2 Метеорологічні, біометеорологічні й геліокосмічні умови

До екологічних факторів, які здатні впливати на протікання хронічних хвороб (ХСК, психічні розлади та ін.) і різноманітних хвороб інфекційного характеру (COVID-19, грип, пневмонії і т.п.) відносять метеорологічні умови (їх поєднують у вигляді біометеорологічних показників, які одночасно враховують різні метеопараметри і відображають їх вплив на організм людини), а також геліокосмічні умови, роль яких у виникненні епідемій давно відома.

Для аналізу ролі метеоумов території використані такі метеорологічні характеристики як температура повітря, швидкість вітру,

відносна вологість, атмосферний тиск. Середньомісячні значення цих параметрів в Одеській області визначалися в межах дослідження [2] і представлені на рис. 7-9.

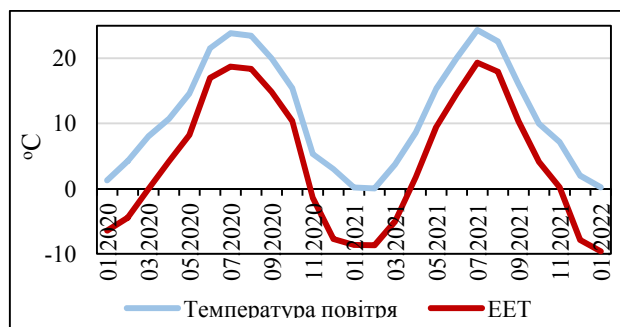


Рис. 7 – Динаміка середньомісячних значень температури повітря й еквівалентно-ефективної температури

Fig. 7 - Dynamics of mean monthly values of air temperature and air effective temperature

Аналіз часового ходу середньомісячних значень температури повітря й близької до неї за сенсом *EET* (рис. 7) показав, що їх розподіл за період з січня 2020 року по січень 2022 року має характерний вигляд – з вираженими мінімумами в холодний період року й максимумами у теплий. Якихось помітних відхилень від сезонного ходу жоден з цих показників не має.

Динаміка швидкості вітру (рис. 8) в Одесі й на інших дев'ятох метеорологічних станціях Одеської області представлені окремо (необхідність цього показана у [2]).

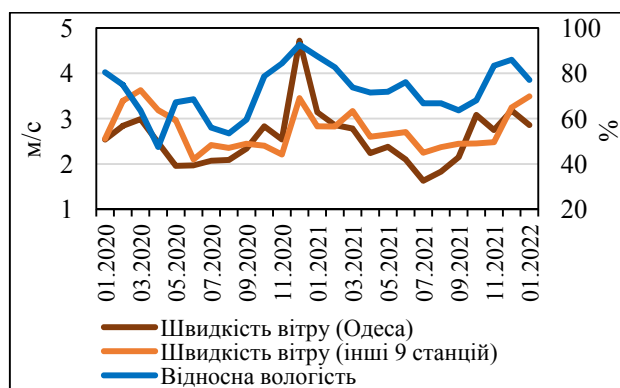


Рис. 8 – Динаміка середньомісячних значень швидкості вітру й відносної вологості

Fig. 8 - Dynamics of mean monthly values of wind speed and relative humidity

На графіку видно, що сезонний хід швидкості вітру в Одесі й на інших станціях області виражений досить умовно, максимуми дуже часто не співпадають (хоча увагу привертає максимум у грудні 2020 року, найбільш виражений для станції Одеса), а значення

істотно відрізняються. На рис. 8 представлена і відносна вологість, яка також має помірно виражений сезонний хід з деякими відхиленнями. Як і у випадку із швидкістю вітру, привертає увагу максимум цього показника у грудні 2020 року. Мінімуми швидкості вітру й відносної вологості найбільш виражені у теплий період року.

На рис. 9 показана динаміка зміни атмосферного тиску й пов'язаного з ним вагового вмісту кисню в атмосферному повітрі. Атмосферний тиск має досить умовний сезонний хід з найбільш вираженими максимумами у січні 2020 року, листопаді 2020 року й жовтні 2021 року, а сезонність ходу вагового вмісту кисню в повітрі більш помітна (через врахування температури). Максимуми P_0 трохи зміщені у часі на наступні місяці. Мінімуми P і P_0 (особливо, P_0) спостерігаються переважно у теплий період року.

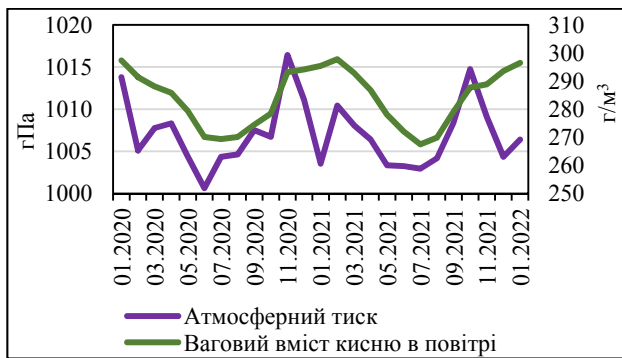


Рис. 9 – Динаміка середньомісячних значень атмосферного тиску й вагового вмісту кисню в атмосферному повітрі
Fig. 9 - Dynamics of mean monthly values of atmospheric pressure and oxygen content in atmospheric air

Перший випадок COVID-19 в Україні було зареєстровано у березні 2020 року, а офіційна об'ява про закінчення карантину відбулася 1 липня 2023 року. Якщо звернутися до архівних даних щодо сонячної активності [9], то можна зазначити, що у грудні 2019 року закінчився 24 цикл сонячної активності й почався 25 цикл. Отже період 2018-2020 років характеризується мінімальними значеннями таких показників сонячної активності як Міжнародне число сонячних плям, рівень випромінювання (SFU) з довжиною хвилі $\lambda=10,7$ см, кількістю спалахів С-класу (третій клас потужності сонячних спалахів, ще більш потужні спалахи М- й Х-класу не спостерігалися взагалі). Період 2018-2020 років характеризується найменшою кількістю днів без сонячних плям. У 2018 році таких днів було 222, у 2019 – 284, а у 2020 – 213. Протягом періоду 2019-2020 років не

спостерігалася сильних, жорстких або екстремальних геомагнітних бурь, а виключно слабкі й помірні. Кількість днів з такими бурями також була мінімальною (18 – у 2019 році й 9 у 2020 році). Перша жорстка геомагнітна буря відбулася лише 2021 році, а далі – вже у 2023 році [9]. На рис. 10 представлені рівень випромінювання $\lambda=10,7$ см (SFU) й кількість сонячних плям за даними [9].

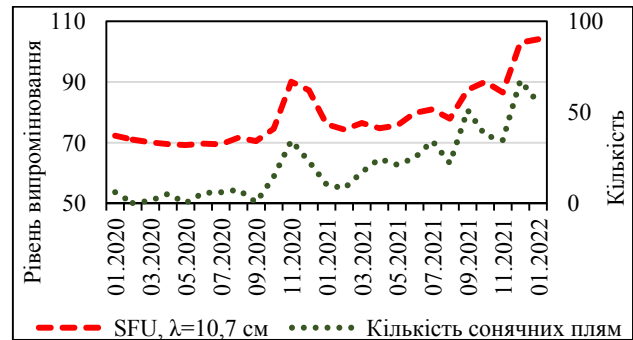


Рис. 10 – Динаміка місячних значень геліокоосмічних показників (планетарні дані)
Fig. 10 - Dynamics of monthly values of heliocosmic factors (planetary data)

Вперше питання про геліокоосмічні умови висвітлено О.Л. Чижевський, який показав, що найбільш відомі в історії людства епідемії (чуми та ін.) спостерігалися у роки з високою сонячною активністю (велика кількість плям на сонці). Цей ефект був відкритий у 1935 році й отримав назву «ефект Чижевського-Вельховера». А певні наукові дані про роль сонячної активності у протіканні ряду хвороб неінфекційної природи (ХСК, психічні розлади та ін.) вказують на доцільність вивчення ролі й цього фактору.

На графіку (рис. 10) часового ходу двох геліокоосмічних показників можна побачити, що зростання рівня випромінювання (SFU, $\lambda=10,7$ см) й кількості сонячних плям починається після вересня 2020 року. Згідно із графіком, у листопаді 2020 року спостерігався максимум сонячної активності, який проявився у вигляді максимуму рівня випромінювання (SFU, $\lambda=10,7$ см) й кількості сонячних плям, далі перший показник характеризується повільним зростанням з незначним максимумом у жовтні 2021 року і вираженим максимумом у грудні 2021 року – січні 2022 року, кількість сонячних плям зростає і характеризується слабо-вираженими максимумами у квітні й липні, а далі більш вираженими у вересні й грудні 2021 року. З вересня 2020 року спостерігалася повільне зростання сонячної активності.

Результати, отримані під час аналізу метеорологічних, біометеорологічних й геліокоосмічних умов, вказують на можливість їхнього внеску у формування смертності населення Одеської області, що й буде проаналізовано у наступному розділі.

3.3 Зв'язки між смертністю населення Одеської області й екологічними умовами

Для проведення аналізу можливої ролі досліджених попередньо метеорологічних, біометеорологічних й геліокоосмічних умов у формуванні смертності населення Одеської області використано метод накладання вершин (порівняння основних екстремумів динаміки екологічних факторів й показників смертності).

Розглядалися показники смертності від таких класів захворювань як ХСК, COVID-19 і ХОД, які внесли помітний внесок у мінливість смертності населення Одеської області протягом періоду з січня 2020 року по січень 2022 року.

Перший максимум смертності від ХСК (включаючи ІХС й ЦВХ) й COVID-19 у грудні 2020 року співпадає із вираженим максимумом швидкості вітру (як на метеостанції Одеса, так і на інших 9 метеостанціях області) й відносною вологості, який спостерігався у цьому ж місяці. Для атмосферного тиску й вагового вмісту кисню цей максимум спостерігається на місяць раніше (у листопаді 2020 року). Помітний максимум рівня випромінювання (SFU, $\lambda=10,7$ см) й кількості сонячних плям також спостерігається на місяць раніше, ніж перший максимум смертності. А відповідний максимум смертності від ХОД та грипу й пневмоній почався ще у вересні 2020 року й співпадає лише із мало вираженим максимумом швидкості вітру (станція Одеса) і відносною вологості.

Другий максимум смертності (квітень 2020 року) співпадає лише із слабо вираженим максимумом кількості сонячних плям у цьому ж місяці. Третій максимум смертності (жовтень-вересень 2021 року) співпадає із слабо вираженим максимумом швидкості вітру (метеостанція Одеса), який спостерігався на місяць раніше. Цей максимум смертності також співпадає з максимумом рівня випромінювання ($\lambda=10,7$ см) у вересні-жовтні й кількості сонячних плям напередодні (у вересні).

Для усіх представлених екологічних факторів (окрім температури повітря й ЕЕТ з їх згладженим часовим ходом) спостерігаються інші максимуми, які жодним чином не проявляються у вигляді максимумів смертності.

Отже, перераховані екологічні фактори, ймовірно за все, впливають на формування смертності населення Одеської області разом з іншими факторами (на погляд авторів, також природного походження), які поки не виявлені.

Далі для періоду з січня 2020 року по січень 2022 року оцінювалися парні коефіцієнти кореляції (з оцінкою їх значущості) між досліджуваними причинами смерті населення Одеської області й екологічними факторами.

Результати такої оцінки показали, що смертність від ХОД, в тому числі від ІХС характеризується значущими коефіцієнтами кореляції із рівнем випромінювання (SFU, $\lambda=10,7$ см), швидкістю вітру на метеостанції Одеса, відносною вологістю, атмосферним тиском й ваговим вмістом кисню в повітрі (їх значення знаходяться в діапазоні 0,402 – 0,638), температурою повітря й ЕЕТ (відповідно, -0,573 і -0,621). З кількістю сонячних плям корелює смертність від ішемічної хвороби серця (0,439).

Смертність від ХОД і його нозоформи характеризуються значущими коефіцієнтами кореляції зі швидкістю вітру в Одесі (відповідно, 0,469 й 0,496), відносною вологістю (відповідно, 0,467 й 0,530), а також з атмосферним тиском (відповідно, 0,476 й 0,484).

Аналіз смертності від COVID-19 проводився з травня 2020 року (zareєстровані перші випадки смерті від цієї хвороби), а закінчувався також у січні 2022 року. Значущі коефіцієнти кореляції між смертністю на COVID-19 спостерігалися для температури повітря (-0,442), атмосферного тиску й вагового вмісту кисню (0,466). Після виключення з дослідження місяців з піковими значеннями смертності від COVID-19 коефіцієнти кореляції стали значущими (належать діапазону 0,512-0,703, а для T і EET відповідно -0,561 й -0,657) для усіх факторів, окрім атмосферного тиску, коефіцієнт кореляції якого зменшився до 0,317 й став незначущим.

Отримані коефіцієнти кореляції вказують на наявність слабких статистичних зв'язків між дослідженими причинами смерті й екологічними факторами. А результати повністю співпадають з думкою фахівців ВООЗ про внесок екологічних факторів у формування здоров'я населення.

4 ВИСНОВКИ

1. Серед шістьох основних причин загальної смертності населення Одеської області, які її визначають на 94-95 % знаходяться хвороби системи кровообігу, COVID-19, новоутворення, зовнішні причини, хвороби органів травлення й

системи органів дихання. Смертність від цих хвороб істотно відрізняються не тільки за значеннями показника й за мінливістю у часі.

2. Динаміка таких класів хвороб як хвороби системи кровообігу, COVID-19 й хвороби органів дихання (та їх нозологічних форм) характеризується вираженими максимумами у грудні 2020 року, квітні 2021 року й жовтні-вересні 2021 року. Відбувається перерозподіл у часі внеску основних причин смерті у смертність від усіх причин. Проте, це не пояснює виникнення цих одночасних максимумів смертності й того, що під їх час смертність від усіх причин збільшується у 2 та більше рази.

3. Наявність цих одночасних максимумів смертності від неінфекційних (хвороби системи кровообігу, деякі форми хвороб органів дихання) й інфекційних (COVID-19, грип й пневмонії) хвороб не можна пояснити будь-якими причинами соціального або техногенного характеру, а отже, їх слід шукати серед природних екологічних умов.

4. Аналіз таких екологічних факторів як швидкість вітру, температура повітря відносна вологість, атмосферний тиск, еквівалентно-ефективна температура й ваговий вміст кисню в повітрі, а також рівень випромінювання ($\lambda=10,7$ см) й кількість сонячних плям показали деякі співпадіння максимумів досліджених екологічних факторів із показниками смертності населення.

5. Результати кореляційного аналізу між показниками смертності від основних хвороб й досліджених екологічних факторів показали наявність слабких кореляційних зв'язків між ними, що повністю відповідає уявленню ВООЗ про роль екологічних умов у формуванні здоров'я населення.

6. Вилучення з вибірки досліджень максимумів смертності на прикладі COVID-19 показало, що збільшується кореляційна залежність між нею й усіма дослідженими метеорологічними факторами (окрім атмосферного тиску), біометеорологічними й геокосмічними факторами. Це може означати, що усі ці фактори у першу чергу визначають трендові характеристики смертності від COVID-19, а атмосферний тиск «відповідальний» за формування пікових значень цієї смертності.

СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ

1. Грабко Н. В., Колісник А. В. Попередня оцінка ролі метеорологічних і біометеорологічних умов у формуванні смертності від COVID-19 в Одеській області. *Екологічні науки*. 2024. № 1 (52). Том 2.

2. Грабко Н. В., Колісник А. В. Роль факторів навколишнього середовища у формуванні смертності населення Одеської області від COVID-19. *Регіональні проблеми охорони довкілля та збалансованого природокористування*: матеріали Міжнародної наукової конференції за участю молодих науковців. Одеса: ОДЕКУ, 2024. С. 86-91.
3. Environmental Factors Influencing COVID-19 Incidence and Severity / Weaver A.K., Head J.R., Gould C.F., Carlton E.J., Remais J.V. *Annu Rev Public Health*. 2022 Apr 5; 43:271-291. <https://doi.org/10.1146/annurev-publhealth-052120-101420>. Epub 2022 Jan 4. PMID: 34982587; PMCID: PMC10044492. URL: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC10044492/> (Accessed 9.05.2024)
4. Preliminary Results of a Study on the Impact of Some Simple Thermal Indices on the Spread of COVID-19 in Tbilisi / Avtandil G., Amiranashvili et al. *Journal of the Georgian Geophysical Society, Physics of Solid Earth, Atmosphere, Ocean and Space Plasma*. 2022. Vol. 25(2). Pp. 59-68.
5. Abdullrahman M. The effect of meteorological conditions on the spread of COVID-19 cases in six major cities in Saudi Arabia. *J. Comm. Med. and Pub. Health. Rep*. 2022. 3(01). 6 p. <https://doi.org/10.38207/JCMPHR/2022/FEB/03010410>
6. Impact of Selected Meteorological Factors on COVID-19 Incidence in Southern Finland during 2020–2021 / L. Haga et al. *J. Environ. Res. Public Health*. 2022. 19(20). 13398. URL: <https://www.mdpi.com/1660-4601/19/20/13398> (Accessed 10.05.2024)
7. Катеруша Г. П., Сафранов Т. А., Катеруша О. В. Можливі зміни біокліматичних умов зимового періоду в Україні. *Людина та довкілля. Проблеми неоекології*. 2018. Вип. 30. С. 17–27.
8. Державна служба статистики України. Головне управління статистики в Одеській області. Статінформація. URL: <https://www.od.ukrstat.gov.ua/> (дата звернення 11.05.2024)
9. SpaceWeatherLive.com. Real-time auroral and solar activity. Графік сонячного циклу. URL: <https://www.spaceweatherlive.com/uk/sonyachna-aktivnist/sonyachniy-cikl.html> (дата звернення 20.05.2024)

REFERENCES

1. Hrabko, N.V. & Kolisnyk, A.V. (2024) Poperednya otsinka roli meteorolohichnykh i biometeorolohichnykh umov u formuvanni smertnosti vid COVID-19 v Odeskii oblasti [Preliminary assessment of the role of certain meteorological and biometeorological conditions in the formation of mortality from COVID-19 in the Odessa region]. *Ekolohichni nauky [Ecological sciences]*, 1 (52), vol. 2, pp. 129-134 (in Ukr.)
2. Hrabko, N.V. & Kolisnyk, A.V. (2024) Rol faktoriv navkolyshniogo seredovyshcha u formuvanni smertnosti naseleण्या Odeskoi oblasti vid COVID-19 [The role of environmental factors in the formation of dead rate of the Odessa region population from COVID-19]. *Proceedings of the International Scientific Conference with the participation of young scientists : Regional Problems of Environmental Protection and Balanced Nature Management*. Odessa: OSENU, pp. 86-91 (in Ukr.)
3. Weaver, A.K. et al. (2022) Environmental Factors Influencing COVID-19 Incidence and Severity. *Annu Rev*

- Public Health*, Apr 5; 43: 271-291. <https://doi.org/10.1146/annurev-publhealth-052120-101420>. Epub 2022 Jan 4. PMID: 34982587; PMCID: PMC10044492. Available at: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC10044492/> (Accessed 9.05.2024)
4. Avtandil, G. Amiranashvili et al. (2022) Preliminary Results of a Study on the Impact of Some Simple Thermal Indices on the Spread of COVID-19 in Tbilisi. *Journal of the Georgian Geophysical Society, Physics of Solid Earth, Atmosphere, Ocean and Space Plasma*, vol. 25(2), pp. 59-68.
 5. Abdullrahman, M. (2022) The effect of meteorological conditions on the spread of COVID-19 cases in six major cities in Saudi Arabia. *J. Comm. Res. Med. and Pub. Health.*, 3(01), 6 p. <https://doi.org/10.38207/JCMPHR/2022/FEB/03010410>
 6. Haga, L. et al. (2022) Impact of Selected Meteorological Factors on COVID-19 Incidence in Southern Finland during 2020–2021. *J. Environ. Res. Public Health*, 19(20), 13398. Available at: <https://www.mdpi.com/1660-4601/19/20/13398> (дата звернення 10.05.2024)
 7. Katerusha, H.P., Safranov, T.A. & Katerusha, O.V. (2018) Mozhlyvi zminy bioklimatychnykh umov zymovoho periodu v Ukraini [Possible changes in the bioclimatic conditions of the winter period in Ukraine]. *Man and environment. Issues of neoecology*, 30, pp. 17–27. (in Ukr.)
 8. *Derzhavna sluzhba statystyky Ukrainy. Holovne upravlinnya statystyky v Odeskii oblasti. Statinformatsiia [State Statistics Service of Ukraine. Main Department of Statistics in Odesa Region. Statistical information]*. Available at: <https://www.od.ukrstat.gov.ua/> (дата звернення 10.05.2024) (in Ukr.)
 9. SpaseWeatherLive.com. Real-time auroral and solar activity. *Hrafik sonyachnoho tsykladu [Solar cycle graph]*. Available at: <https://www.spaceweatherlive.com/uk/sonyachna-aktivnist/sonyachniy-cikl.html> (дата звернення 10.05.2024) (in Ukr.)

ENVIRONMENTAL FACTORS AFFECTING THE MORTALITY OF POPULATION IN ODESA REGION

N. V. Hrabko, A. V. Kolisnyk

*Odessa State Environmental University,
15, Lvivska St., 65016 Odesa, Ukraine, grabkonatalyavikt@gmail.com*

The presented research covers a significant part of the period of the COVID-19 pandemic and studies the role of environmental factors in formation of population mortality from main causes. The main causes of mortality among the population of Odesa Region during the studied period include diseases of circulatory system, COVID-19, neoplasms, external causes, diseases of digestive organs and diseases of respiratory organs. The aforesaid causes constitute 94-95% of all causes of mortality in Odesa Region. However, out of these six classes of diseases, only diseases of circulatory system, COVID-19 and diseases of respiratory organs and some of their nosological forms have simultaneous peaks in mortality, during which mortality of the Odesa Region population from all causes almost doubles. Over time, there is a certain redistribution of frequency of the causes of mortality among the six main causing diseases of the population's mortality in the region. But this does not explain occurrence of simultaneous peaks in mortality from diseases of circulatory system, COVID-19, and diseases of respiratory organs.

Formation of simultaneous peaks in mortality from non-infectious and infectious diseases cannot be explained by the influence of social or anthropogenic factors. This indicates the need to address a number of environmental factors of natural origin – meteorological, biometeorological and heliocosmic. The study shows the possibility of an existing linear statistical connection between these environmental factors and the mortality of the Odesa Region population from such classes of diseases as diseases of circulatory system, COVID-19 and diseases of respiratory organs, as well as the relevant nosological forms. The results of the correlation analysis between mortality rates from major diseases and the environmental factors studied showed weak correlations between them. It is fully consistent with the World Health Organization's view of the role of environmental conditions in shaping public health.

Key words: mortality; diseases of circulatory system; COVID-19; respiratory diseases; meteorological factors, biometeorological factors; heliocosmic factors; correlation coefficient.

*Подання до редакції: 10. 04. 2024
Надходження остаточної версії: 15. 04. 2024
Публікація статті: 25. 04. 2024*