

ДОСЛІДЖЕННЯ ВПЛИВУ ЗАБРУДНЕННЯ АТМОСФЕРНОГО ПОВІТРЯ НА ОНКОЛОГІЧНУ ЗАХВОРЮВАНІСТЬ НАСЕЛЕННЯ СУМСЬКОЇ ОБЛАСТІ

У статті проаналізовано вплив забруднення атмосфери на рівень захворюваності населення Сумської області. З'ясовано наслідки впливу різних забруднюючих речовин на здоров'я населення. Досліджено динаміку захворюваності на онкологічні хвороби у регіоні. Розраховано середньорічний об'єм викидів забруднюючих речовин у розрізі районів Сумської області та щільність викидів в атмосферу. Визначено рейтинг районів за рівнем захворюваності та здійснено кореляційний аналіз залежності онкологічних захворювань від забруднення атмосферного повітря.

Ключові слова: забруднення атмосфери, онкологічні хвороби, викиди забруднюючих речовин, щільність викидів, рейтинг районів.

Олеся Корнус, Анатолій Корнус, Владимир Шишук, Владимир Кононихин. Исследование влияния загрязнения атмосферного воздуха на онкологическую заболеваемость населения Сумской области.

В статье проанализировано влияние загрязнения атмосферы на уровень заболеваемости населения Сумской области. Выявлены последствия влияния различных загрязняющих веществ на здоровье населения. Исследована динамика заболеваемости онкологическими болезнями в регионе. Рассчитан среднегодовой объем выбросов загрязняющих веществ в разрезе районов Сумской области и плотность выбросов в атмосферу. Определен рейтинг районов по уровню заболеваемости и проведен корреляционный анализ зависимости онкологических заболеваний от загрязнения атмосферного воздуха.

Ключевые слова: загрязнение атмосферы, онкологические болезни, выбросы загрязняющих веществ, плотность выбросов, рейтинг районов.

Olesya Kornus, Anatoliy Kornus, Vladimir Shishuk, Vladimir Kononikhin. The investigation of air pollution influence on cancer morbidity of Sumy region populations.

The article analyzes the impact of air pollution on morbidity of the population of Sumy region. The consequences of the effect of various pollutants on human health are explained. The dynamics of oncological morbidity in the region is investigated. Calculated average annual emissions in the context of region of Sumy region and the density of air emissions. Defined rating areas in terms of morbidity and a correlation analysis of the dependence of cancer from air pollution.

Key words: air pollution, cancer diseases, pollutant emissions, emission density, the rating of districts.

Постановка проблеми. Сучасна екологічна ситуація в Україні є одним із чинників, що безпосередньо впливає на стан здоров'я населення. Низький рівень народжуваності, високий рівень смертності, негативний природний приріст населення, порівняно невелика середня тривалість життя поєднуються з високими рівнями захворюваності населення за основними нозологіями, такими як захворювання серцево-судинної і дихальної системи, онкологічні хвороби, туберкульоз та інші. Причин цьому існує багато, однак не останнє місце в цьому належить екологічним умовам. Експерти ВООЗ переконані в тому, що здоров'я і довголіття людей на 60-80 % визначається станом довкілля [8]. Тому одним з пріоритетних напрямів геоекологічного аналізу регіону є дослідження медико-екологічної ситуації та з'ясування ролі екологічних чинників у форму-

ванні загального стану здоров'я й відшукування залежностей і взаємозв'язків між цими явищами.

Мета статті – з'ясування ролі атмосферного забруднення у онкологічній захворюваності населення Сумської області.

Виклад основного матеріалу. Усі забруднюючі атмосферне повітря речовини більшою чи меншою мірою впливають на здоров'я людини. У деяких випадках вплив одних з забруднюючих речовин у комбінації з іншими призводять до більш серйозних розладів здоров'я, ніж вплив кожного з них окремо. Велику роль у цих процесах відіграє і тривалість впливу.

Як відомо, здоров'я людини і її захворюваність визначаються чотирма групами чинників: медико-генетичними (20%); способом життя і якістю харчування (50%); станом навколишнього середовища (20%); рівнем розвитку охорони здоров'я (10%) [4]. Питання кількісної оцінки внеску кожної групи чинників у загальну структуру захворюваності населення важливі, оскільки визначають об'єм і специфіку профілактичних заходів [1].

У більшості випадків у зв'язку із забрудненням навколишнього середовища спостерігається однотипна структура зміни показників здоров'я. Наприклад, реакція організму на рівень атмосферного і ґрунтового забруднення середовища в порядку убутання утворює ряд: 1) імунологічна реактивність, 2) гострі захворювання органів дихання алергічного характеру; 3) відхилення від норми функціональних і фізіологічних показників – порушення гармонійного фізичного розвитку, збільшення числа лейкоцитів у крові при зниженні гемоглобіну (анемія); 4) зростання хронічних захворювань; 5) збільшення частоти вроджених аномалій, новоутворень, хвороб крові, системи кровообігу, що реагують на якість середовища проживання [7].

У результаті появи нових хімічних сполук та забруднення ними довкілля спостерігається виникнення нових видів захворювань. У середньому 45% токсичних речовин потрапляє до організму людини з продуктами харчування, 30% – з питною водою, решта – через повітря [3].

Однак, враховуючи аеротехногенне забруднення вод і ґрунтів, а разом з ними і продуктів харчування, забруднення атмосферного повітря, на нашу думку, є одним із найбільш негативних впливів на стан здоров'я населення, яке призводить до великої кількості хвороб, що можуть призвести до летальності. Так, наприклад, висока концентрація оксиду вуглецю в атмосфері призводить до смертельного ураження, надлишок пилу – до пневмонії, захворювань серцево-судинної системи і т.д. (табл. 1).

Таблиця 1

Наслідки забруднення атмосферного повітря різними компонентами
на здоров'я населення

| Елемент | Наслідки впливу |
|-----------------|---|
| Пил | алергічні захворювання, пневмонія, бронхіальна астма, інфекційні захворювання, захворювання серцево-судинної системи, злоякісні новоутворення. |
| Оксид вуглецю | кисневе голодування, смертельні ураження, розвиток запальних процесів у дихальних шляхах і легеневій тканині, тахікардії, аритмій, підвищення артеріального тиску, збільшення ударного і хвилинного об'єму серця, пригнічення центрів регуляції судинного тонуусу, еритроцитоз, гіперглікемія і глюкозурія, метаболічний ацидоз, порушення детоксикаційних функцій печінки та нирок. Легкий ступінь отруєння проявляється загальним недомоганням, головним болем. При важкому отруєнні розвивається кома, а пізніше нервові розлади у вигляді паралічів, парезів, втрати пам'яті, нездатності до тривалого розумового напруження. |
| Двоокис кремнію | важке захворювання легенів. |
| Фосфор | деформація та крихкість кісток, розлади шлунково-кишкового тракту, жирова дистрофія дрібних артерій, серця, печінки і нирок, крововиливи в шкірі, підшкірній клітковині, у м'язах, серозних оболонках, розладом обміну речовин. |
| Оксид азоту | набряк легенів, порушення вітамінного обміну. |
| Вуглеводні | головний біль, запаморочення. |
| Сполуки свинцю | синтез гемоглобіну, захворювання дихальних шляхів, сечостатевого органів, нервової системи. |
| Альдегіди | поздрознення слизових оболонок очей і дихальних шляхів, а при підвищенні концентрації відзначається головний біль, слабкість, втрата апетиту, безсоння. |
| Оксид сірки | набряк легенів, глотки і параліч дихання, важкі нервові розлади, порушення розумової діяльності, Йоккайтська астма. |

Особливу увагу у медико-екологічних дослідженнях слід звернути на онкологічну захворюваність, вивчення якої важливе і як саме по собі, та і через її індикаторну роль у оціночних дослідженнях стану здоров'я населення.

Статистика свідчить, що за останні 100 років за рівнем захворюваності та смертності онкопатологія перемістилася з десятого місця на друге, поступаючи лише хворобам серцево-судинної системи. За прогнозами ВООЗ, до 2020 року онкопатологія вийде на перше місце, а за даними Американської асоціації госпіталів це відбудеться вже через 5 років. Онкологічна захворюваність зростає в усьому світі, в порівнянні з 1950 р. вона збільшилася майже на 50%. За даними ВООЗ, щороку на рак захворює до 10 млн. осіб. В Україні щороку виявляється більше 160 тис. нових випадків злоякісних новоутворень, майже 100 тис. жителів помирають від раку, причому 35% померлих – особи працездатного віку. Щогодини реєструється більше 20 нових випадків захворювання, а 10 жителів України помирають від раку. Серед мультифакторних причин зростання онкологічної захворюваності крім генетично обумовленої схильності, важливу роль у розвитку онкопатології грають спосіб життя пацієнтів та екологічні чинники: віддалені наслідки катастрофи на Чорнобильській АЕС, забруднення атмосферного повітря автомобільними вихлопними газами та відходами промислових підприємств, радоном, продуктами горіння, побутової хімії в погано вентильованих житлових і робочих приміщеннях тощо [2].

У Сумській області спостерігається високий рівень захворюваності на онкологічні хвороби. У 2011 р. в області захворюваність на злоякісні новоутворення становила 397,6 випадків на 100 тис. населення, у той час як в Україні цей показник був нижче і становив 341,2 випадків на 100 тис. населення. Протягом 2009-2011 рр. кількість захворювань зростає на 24,5 випадків на 100 тис., або 6,2% (рис. 1).

У розрізі адміністративних районів Сумської області у 2011 р. найвищі показники онкологічної захворюваності мали Роменський (471,1 на 100 тис. населення) район, м. Суми (459,9), Великописарівський (455,7) та Недригайлівський (456) райони. Найменший показник зафіксовано у Ямпільському районі – 300,3 випадків на 100 тис. населення.

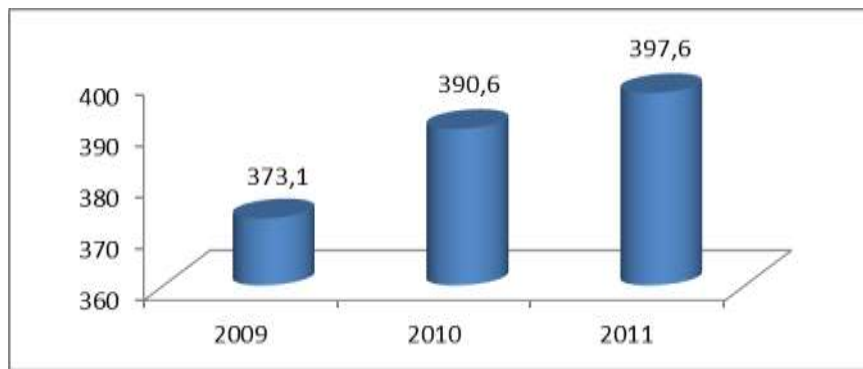


Рис. 1. Динаміка захворюваності населення на злоякісні новоутворення протягом 2009-2011 років (на 100 тис. осіб)

Досліджуючи онкологічну захворюваність у Сумській області за 2009-2011 роки було встановлено, що середньообласний показник за цей період становить 387,1 випадків на 100 тис. населення, у той час як загальноукраїнський показник за досліджуваний період – 340,5 випадків на 100 тис. населення. У результаті дослідження було виділено 3 групи адміністративних районів за рівнем захворюваності населення на онкологічні хвороби (рис. 2).

До першої групи були віднесені райони з відносно кращою ситуацією, у яких онкологічна захворюваність знаходилась у межах до 350 випадків на 100 тис. населення. У цю групу потрапило 7 районів. До другої групи ввійшли 7 районів, показники яких були близькі до середньообласного і знаходились у межах 350-400 хворих на 100 тис. населення. Третю групу склали 4 найбільш неблагополучні райони, та м. Суми, які є лідерами за захворюваністю цією нозологією.

Як бачимо, рівень онкологічної захворюваності у Сумській області помітно вищий за середньоукраїнський. Причин цьому є багато, і без сумніву однією з них забруднення атмосферного повітря.

В останні роки спостерігається тенденція до збільшення викидів забруднюючих речовин від стаціонарних джерел, що пояснюється поступовим нарощуванням обсягів виробництва, відновленням роботи індустріальних об'єктів, які раніше не працювали. Протягом 2010 р. загальна кількість викидів забруднюючих речовин в атмосферне повітря становила 88,89 тис. т, що складало біля

1% обсягу викидів в атмосферне повітря в Україні. Порівняно з 2009 р. загальні викиди збільшилися на 5,54 тис. т або на 6%.

Причинами зростання об'єму викидів забруднюючих речовин в атмосферне повітря є: незадовільний технічний стан великої кількості транспортних засобів підприємств та індивідуальних власників. Також одною з основних проблем області щодо охорони атмосферного повітря є питання морально та фізично застарілого технологічного обладнання промислових підприємств. За останні роки майже на всіх підприємствах області установки очистки газу, технологічне обладнання не оновлювались (кількість обладнання з терміном експлуатації 40 років і більше складає більше 70%). На промислових підприємствах регіону протягом останніх років майже не впроваджувались доступні екологічно чисті технології [6, 9].

У 2010 р. відбулося збільшення у порівнянні з попереднім роком викидів сполук азоту на 0,71 тис. т або на 24,8%, речовин у вигляді суспендованих твердих частинок на 0,57 тис. т або на 11,8%, оксиду вуглецю на 0,45 тис. т або на 7,2%; аміаку на 0,12 тис. т або на 22,9%, діоксиду та інших сполук сірки на 0,69 тис. т або на 23,4%, оксиду вуглецю на 0,45 тис. т або на 7,2%; зменшення викидів сірководню на 0,003 тис. т або на 53,5%, диетилового ефіру на 0,004 тис. т або на 1,4% [6, 10].

У результаті дослідження було розраховано середній річний об'єм викидів забруднюючих речовин в атмосферу на території Сумської області (рис. 3).

Найбільші об'єми викидів за десять років були зафіксовані у Сумському (без урахування м. Суми) та Охтирському районах і становили більше 10 т. Найкраща ситуація спостерігається у Середино-Будському районі, в якому об'єм викидів забруднюючих речовин в атмосферу за досліджуваний період становив 0,84 т. До значно забруднених районів слід віднести Роменський та Конотопський райони, у яких середньорічний об'єм викидів в атмосферу становить більше 5 т. Слід зазначити, що Роменський район є одним з лідерів за кількістю онкологічних захворювань та відноситься до III групи адміністративних районів за рівнем онкологічної захворюваності (рис. 2).

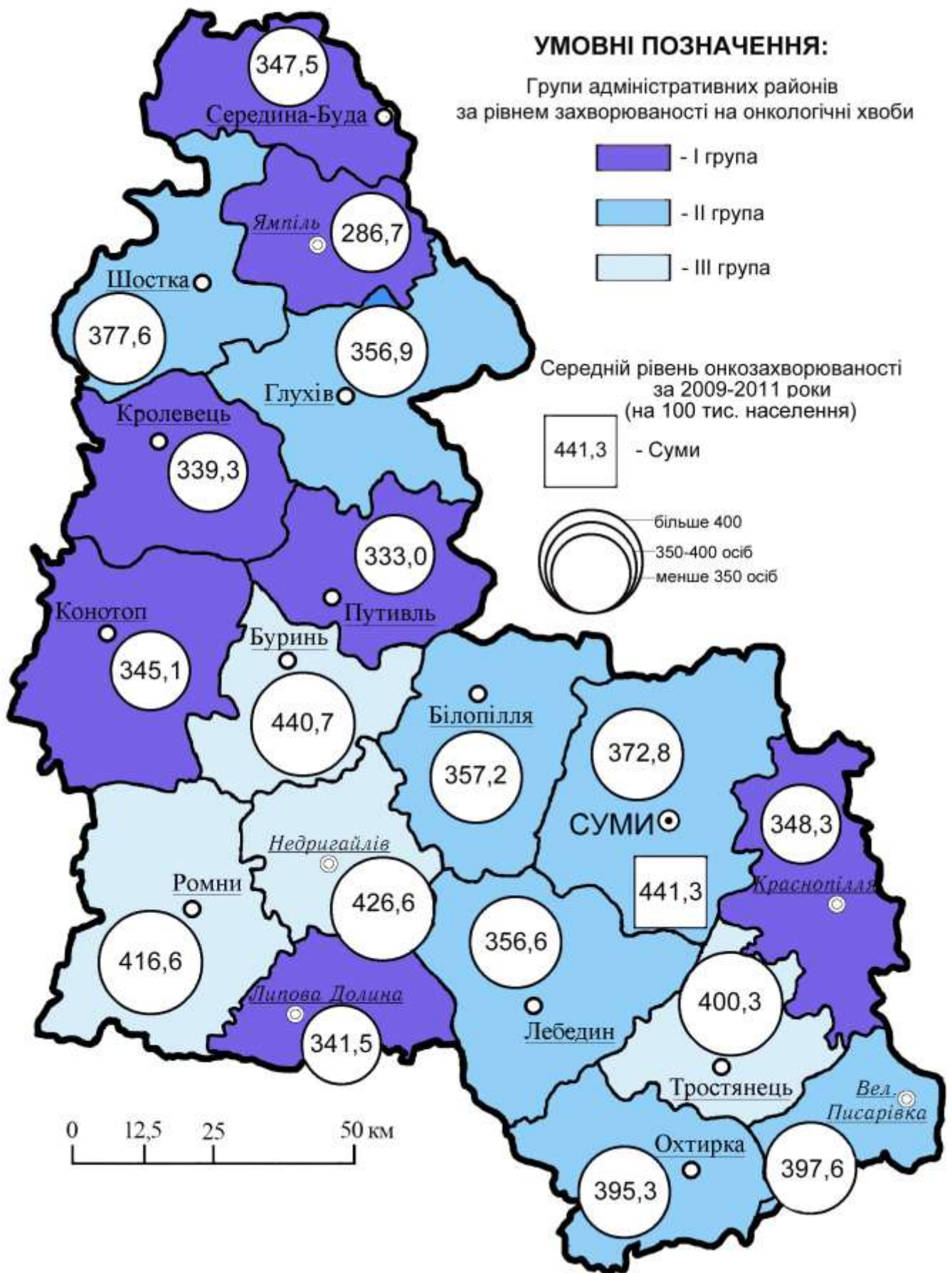


Рис. 2. Рівень захворюваності населення Сумської області на онкологічні хвороби

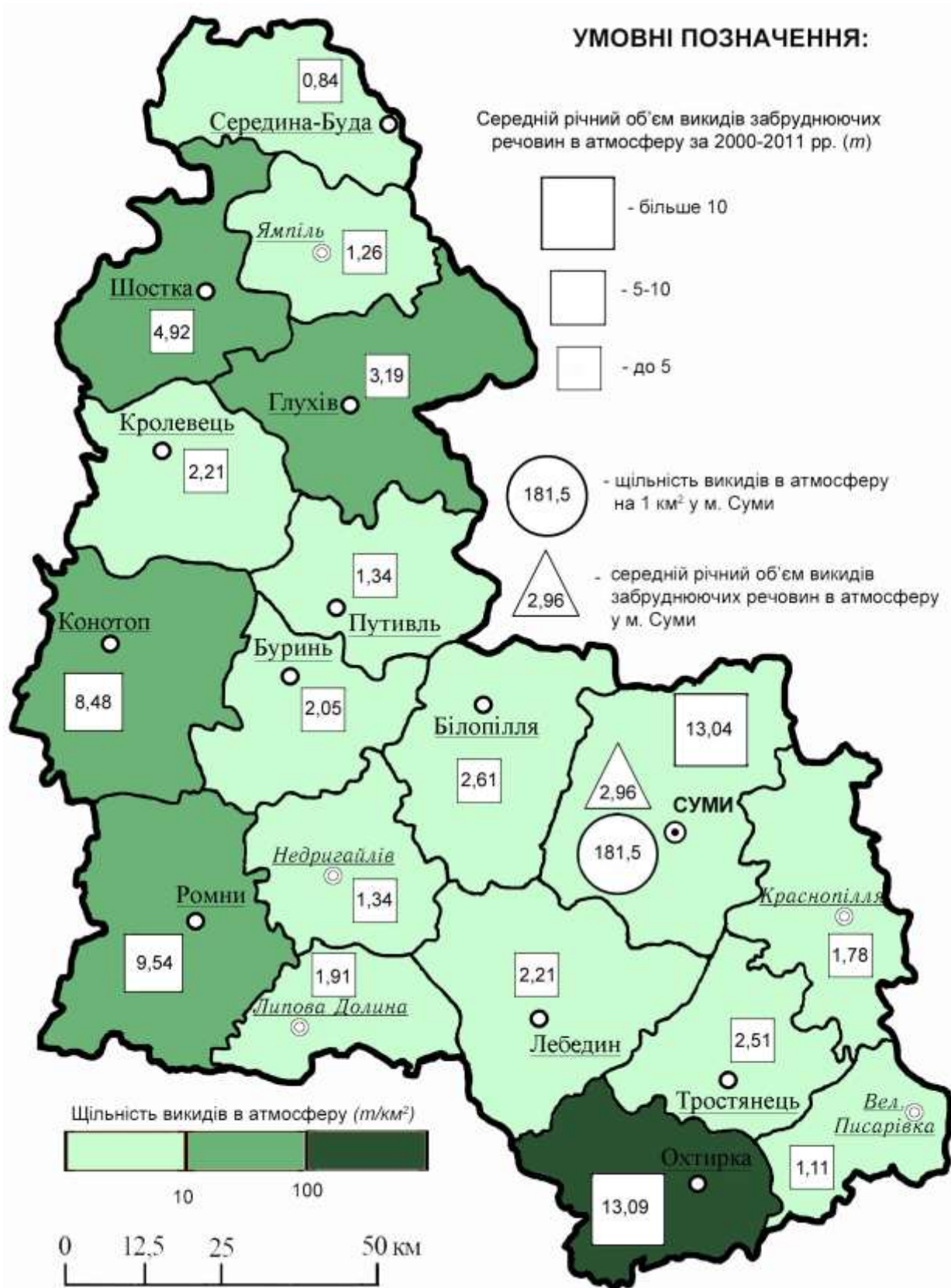


Рис. 3. Викиди забруднюючих речовин в атмосферне повітря у Сумській області

Досліджуючи щільність викидів на 1 км^2 було встановлено, що за цим показником лідирує Охтирський район, у якому у 2010 р. зафіксований найвищий показник – $130,4 \text{ т/км}^2$, у той час як в Середино-Будському районі цей показник становив лише $0,6 \text{ т/км}^2$. Однак, найвищу щільність викидів в атмосферу має м. Суми – $181,5 \text{ т/км}^2$, як найбільший промисловий центр, де на невеликій площі зосереджена багато крупних стаціонарних джерел забруднення – Сумське лінійне виробниче управління магістральних газопроводів, ПАТ “Сумхімпром”, ПАТ “Сумське НВО ім. Фрунзе”, ТОВ «Сумитеплоенерго» та ін. Найбільшими забруднювачами повітря в Охтирському районі є НГВУ “Охтирканафтогаз” та Качанівський ГПЗ.

У зв’язку із зростанням рівня атмосферних викидів та виходячи із наведених вище міркувань про їх вплив на стан здоров’я населення нами було проведено розрахунок залежності захворюваності населення Сумської області на онкологічні нозології від екологічного стану атмосфери. Для її знаходження нами було застосовано прийом парної та множинної кореляцій. Всі розрахунки, обчислення та графічні роботи виконані у комп’ютерному пакеті STATISTICA 7.0 компанії StatSoft Inc.

Кореляційні залежності були візуалізовані за допомогою 2М діаграм розсіювання (рис. 4), які показують зв’язок між двома змінними X і Y (наприклад, захворюваністю і викидами в атмосферу). Для більшості показників отримані середні значення коефіцієнтів парної кореляції ($r = 0,4-0,46$), які були перевірені на достовірність за допомогою критерію В. Червякова [5]. Кореляційний аналіз дозволяє не тільки визначити тісноту зв’язку між явищами, але й розраховувати емпіричні формули залежностей, згідно яких за одними ознаками можна знаходити інші.

Так, зв’язок між онкологічною захворюваністю і валовим обсягом викидів забруднюючих речовин виражається рівнянням лінійної регресії $y = -19952,6 + 65,7x$ ($r = 0,46$), залежність між онкологічною захворюваністю населення і щільністю викидів $y = -189,3 + 0,59x$ ($r = 0,44$), зв’язок між онкозахворюваністю і об’ємом викидів від стаціонарних джерел забруднення повітря може

бути описаний рівнянням виду $y = -8,13 + 0,03x$ ($r = 0,4$), а залежність між захворюваністю населення і об'ємом викидів від пересувних джерел $y = -9842,2 + 34x$ ($r = 0,4$).

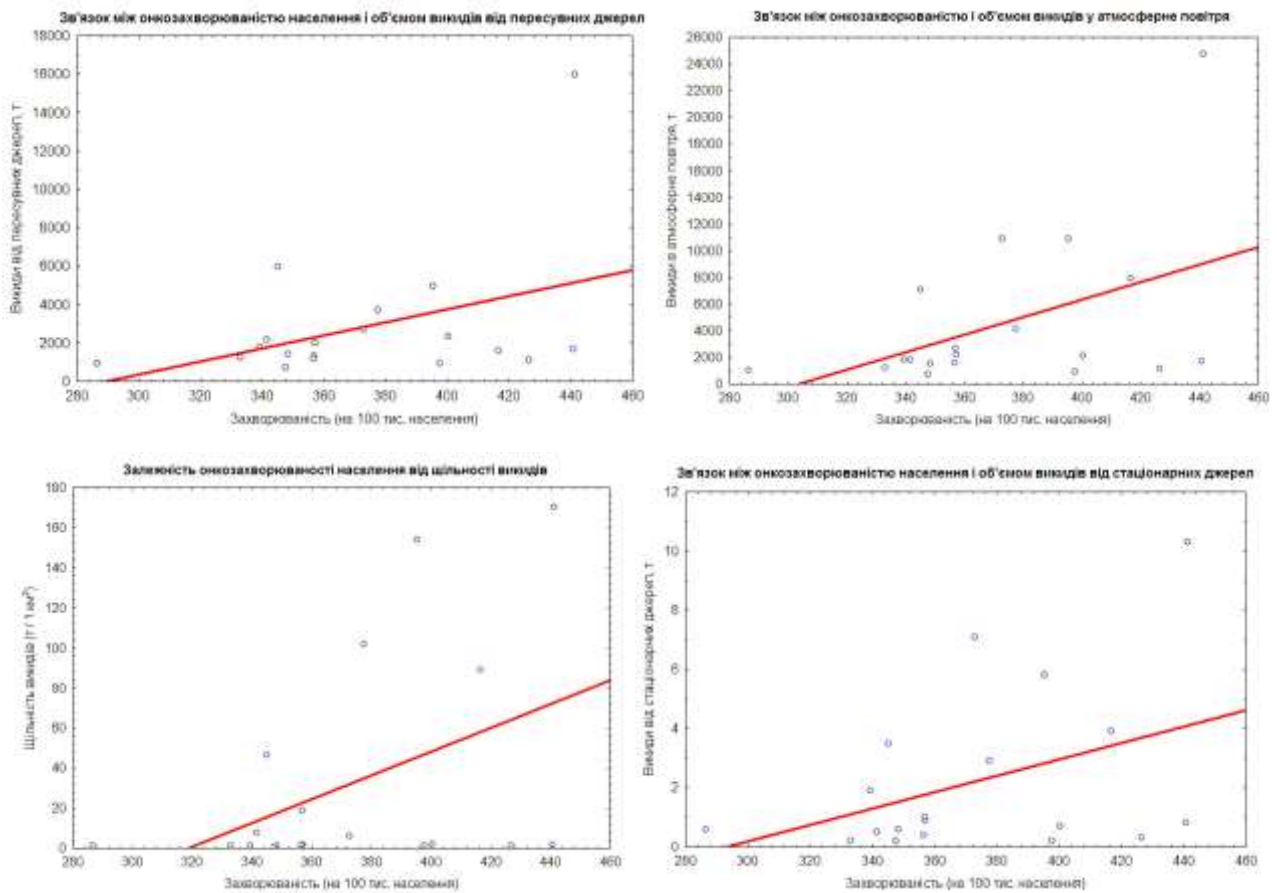


Рис. 4. Кореляційні залежності онкологічної захворюваності населення Сумської області від показників забруднення атмосферного повітря

Коефіцієнт множинної кореляції найбільш значим ($r = 0,52$) виявився при з'ясуванні залежності захворюваності населення від валового об'єму та щільності викидів. Тому цей зв'язок було досліджено детальніше за допомогою побудови 3М графіків поверхні.

Для побудови 3М графіка поверхні використовувалася підгонка по точкам тривимірного графіка розсіювання. Замість точок вихідних даних на статистичних графіках цього типу зображається поверхня, що являє собою згладжене зображення даних, отримане за допомогою однієї з можливих процедур підгонки або перетворення. Таке представлення дозволяє виявити приховану структуру

даних і залежності між трьома змінними (об'ємом викидів у атмосферу, їх щільністю і онкологічною захворюваністю населення).

Проаналізувавши декілька типів графіків поверхонь, які можна підігнати під наші дані, і різні методи згладжування (від простих лінійних поверхневих функцій до функцій, які „згладжують” дані й апроксимують поверхню за заданим рівнем густоти), у нашому дослідженні ми зупинилися на методі найменших квадратів і згладжуванні сплайнами (рис. 5). Такі методи підгонки поверхні можуть бути корисними для знаходження нелінійних і немонотонних залежностей між медико-екологічними та геоекологічними показниками.

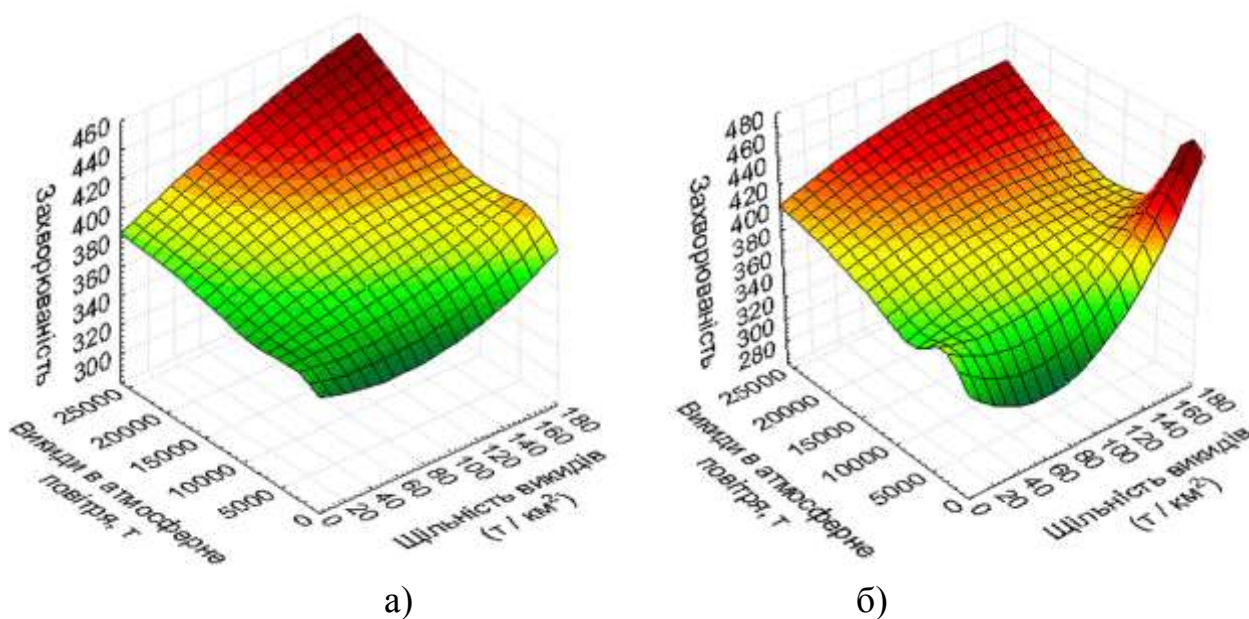


Рис. 5. 3D графіки поверхні залежності захворюваності населення (на 100 тис.) від валового об'єму та щільності викидів у атмосферне повітря Сумської області: а) метод згладжування сплайнами, б) метод найменших квадратів

Відповідно до процедури згладжування методом зважених (щодо відстані) найменших квадратів, поверхня підганяється до координат XYZ таким чином, що вплив окремих точок зменшується зі збільшенням відстані по горизонталі від відповідних точок на поверхні. На відміну від деяких інших процедур підгонки, вказаний метод не підганяє до даних одну функцію, що легко описується однією формулою, і будується незалежно від даних. Натомість цей метод підганяє криву до даних наступним способом. Для кожного значення змінної за шкалою X обчислюється поліноміальна регресія (другого ступеня) для визна-

чення відповідного значення Y таким чином, що вплив окремих точок даних на регресію (тобто вага) знижується при збільшенні їх відстані від певного значення X .

При виборі *згладжування сплайнами* поверхня підганяється до координат XYZ даних з використанням процедури згладжування бікубічними сплайнами. Криві будь-якої складності можуть бути описані послідовністю сегментів, визначених як поліноми. На практиці більшість реальних кривих можна точно наблизити послідовністю поліномів третього ступеня (кубічних). Щоб визначити криву для двовимірного набору даних (кореляцій, що включають дві змінні), сплайнова процедура вирішує кубічне рівняння в певному інтервалі навколо кожної точки. Зауважимо, що інші алгоритми згладжування, у т.ч. і метод зважених щодо відстані найменших квадратів, залежать від параметру „жорсткості”, який визначає міру, якою підігнана крива залежить від локальних структур безлічі аналізованих значень, тоді як алгоритм згладжування сплайнами не залежить від цього параметра.

Існує два загальних напрями використання цих процедур. По-перше, вони дозволяють виявити приховану структуру геоекологічних даних. Через помилки вимірювань цю структуру важко помітити при погляді на звичайну діаграму розсіювання, але якщо її виявити, вона може виявитися зрозумілою і достовірною. Інший напрям – це використання виявленої структури для побудови кількісних моделей досліджуваного явища. Зокрема крива, отримана при процедурі згладжування, часто складається з частин, які не можна просто описати однією функцією (наприклад, поліноміальною або логарифмічною). Однак розбиття на сегменти і вигляд кривих, що утворюють ці послідовні елементи, можуть дати корисну інформацію про захворюваність та вплив на неї, якщо за допомогою кусочно-лінійної або нелінійної функції регресії можна пояснювати (і прогнозувати) процес, що розглядається. Моделі, що виникають у результаті такого аналізу, можуть бути кількісно перевірені при нелінійному оцінюванні.

Висновки. Отримані у ході дослідження результати підтвердили, що рівень онкологічної захворюваності залежить від рівня забруднення атмосфери.

Було дано кількісне вираження цієї залежності. Здійснення такого роду досліджень дає можливість виявити фактори, які впливають на стан здоров'я населення і дозволяє розробити шляхи покращення та забезпечення нормальної санітарно-епідеміологічної ситуації у регіоні, вирішити багато геоекологічних, медико-географічних, санітарно-епідеміологічних та еколого-гігієнічних проблем.

Література

1. Білецька Г. А. Медико-екологічний моніторинг як різновид моніторингового підходу у вивченні екологічного стану урбанізованих територій / Г. А. Білецька // *Наук. вісн. УкрДЛТУ : Проблеми урбоекології та фітомеліорації*. – 2003. – Вип. 13.5. – С. 92-96.

2. Гордиенко С. М. Онкологические заболевания в Украине. Парламентские слушания / С. М. Гордиенко // *Здоров'я України*. – № 91, березень, 2004.

3. Куролап С. А. Геоэкологические аспекты мониторинга здоровья населения промышленных городов / С. А. Куролап // *Соровский образовательный журнал*. – 1998, № 6. – С. 21-28.

4. Кушнірук Ю. С. Оцінка медико-екологічного ризику території : автореф. дис. на здобуття наук. ступеня канд. геогр. наук : спец. 11.00.11 „Конструктивна географія і раціональне використання природних ресурсів” / Ю. С. Кушнірук. – Чернівці, 2007. – 20 с.

5. Основы корреляционного метода / Сост. В. А. Червяков. – Барнаул : Алтай. гос. ун-т, 1995. – 16 с.

6. Регіональна доповідь про стан навколишнього природного середовища в Сумській області у 2010 році. – Суми : Державне управління охорони навколишнього природного середовища в Сумській області, 2011. – 194 с.

7. Саєт Ю. Е. Геохимия окружающей среды / Ю. Е. Саєт, Б. А. Ревич, Е. П. Янин и др. – М. : Недра, 1990. – 335 с.

8. Сердюк А. М. Навколишнє середовище і здоров'я населення України / А. М. Сердюк // *Довкілля та здоров'я*. – 1998. – №4 (7). – С. 2-6.

Корнус О. Дослідження впливу забруднення атмосферного повітря на онкологічну захворюваність населення Сумської області / Олесь Корнус, Анатолій Корнус, Володимир Шищук, Володимир Кононіхін // *Часопис соціально-економічної географії*. – 2012. – №13(2). – С. 151-157.