

НАЦІОНАЛЬНА АКАДЕМІЯ МЕДИЧНИХ НАУК УКРАЇНИ
ДУ «ІНСТИТУТ ГРОМАДСЬКОГО ЗДОРОВ'Я ім. О.М. МАРЗЄЄВА
НАЦІОНАЛЬНОЇ АКАДЕМІЇ МЕДИЧНИХ НАУК УКРАЇНИ»

«ЗАТВЕРДЖУЮ»



Начальник лікувально-організаційного
управління НАМН України,
д.мед.н., професор

Ігор ШКРОБАНЕЦЬ

Ігор Шкробанець 2024 р.

**ОЦІНКА ЗАБРУДНЕННЯ АТМОСФЕРНОГО ПОВІТРЯ PM_{10} , $PM_{2.5}$ ТА
ОЗОНОМ В УМОВАХ ЗМІН КЛІМАТУ**

(Методичні рекомендації)

Київ - 2024

УДК 614.71:351.777

РЕКОМЕНДОВАНО ДО ЗАТВЕРДЖЕННЯ:

Вченою радою ДУ «Інститут громадського здоров'я ім. О.М. Марзєєва НАМН України» від 20-21.12.2023 р. № 10.

ДП «Комітет з питань гігієнічного регламентування МОЗ України» («Про ухвалення рішення комісії з встановлення державних медико-санітарних нормативів, державних медико-санітарних правил, допустимих параметрів впливу на організм людини хімічних речовин та біологічних агентів в атмосферному повітрі, воді водойм та ґрунтів» від 30.10.2024 р. № 19).

УСТАНОВА-РОЗРОБНИК:

Державна установа «Інститут громадського здоров'я ім. О.М. Марзєєва Національної академії медичних наук України».

УПОРЯДНИКИ:

Турос О.І. – доктор медичних наук, професор, завідувачка лабораторії якості повітря ДУ «ІГЗ НАМНУ»;

Петросян А.А. – старший науковий співробітник, доктор біологічних наук, головний науковий співробітник лабораторії якості повітря ДУ «ІГЗ НАМНУ»;

Маремуха Т.П. – кандидат медичних наук, провідний науковий співробітник, лабораторії якості повітря ДУ «ІГЗ НАМНУ»;

Брезіцька Н.В. – старший науковий співробітник, кандидат медичних наук, старший науковий співробітник, лабораторії якості повітря ДУ «ІГЗ НАМНУ»;

Михіна Л.І. – кандидат біологічних наук, старший науковий співробітник, лабораторії якості повітря ДУ «ІГЗ НАМНУ»;

Давиденко Г.М. – кандидат біологічних наук, старший науковий співробітник, лабораторії якості повітря ДУ «ІГЗ НАМНУ»;

Кобзаренко І.В. – молодший науковий співробітник, лабораторії якості повітря ДУ «ІГЗ НАМНУ»;

Царенок Т.В. – молодший науковий співробітник, лабораторії якості повітря ДУ «ІГЗ НАМНУ»;

Моргульова В.В. - науковий співробітник лабораторії якості повітря ДУ «ІГЗ НАМНУ»;

Коблянська А.В. - кандидат медичних наук, зав. відділом супроводу державних програм та міжнародних зв'язків ДУ «ІГЗ НАМНУ»

Турос А.О. - науковий співробітник лабораторії радіаційного захисту ДУ «ІГЗ НАМНУ»

РЕЦЕНЗЕНТИ:

Хоменко І.М. – доктор медичних наук, професор, завідувачка кафедри громадського здоров'я, епідеміології та екології Національного університету охорони здоров'я України імені П.Л.Шупика.

Станкевич В.В. – доктор медичних наук, завідувач лабораторії гігієни ґрунту та відходів ДУ «ІГЗ НАМНУ».

Гуцук І.В. – доктор медичних наук, професор, завідувач кафедри громадського здоров'я та фізичного виховання, керівник НДЦ «Екологія людини та охорони громадського здоров'я» Національного університету «Острозька Академія».

Дуган О.М. – доктор біологічних наук, професор, професор кафедри промислової біотехнології та біофармації Національного технічного університету України «Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського».

В Методичних рекомендаціях викладено алгоритм дій щодо визначення впливу забруднення атмосферного повітря в умовах змін клімату на здоров'я населення.

ЗМІСТ

Перелік термінів.....	4
Вступ	5
1. Нормативно-правове забезпечення з питань впливу змін клімату на здоров'я населення, які пов'язані із забрудненням атмосферного повітря	7
2. Науково-методичний підхід до розробки заходів зменшення впливу забруднення атмосферного повітря PM_{10} , $PM_{2.5}$ та озоном на здоров'я населення в умовах змін клімату.....	8
2.1. Оцінка рівнів забруднення атмосферного повітря $PM_{2.5}$, PM_{10} та озону.....	8
2.2. Визначення впливу забруднення атмосферного повітря на здоров'я населення за допомогою програмного комплексу AirQ+.....	10
3. Адаптаційні заходи щодо зменшення впливу забруднення атмосферного повітря PM_{10} , $PM_{2.5}$ та озоном на здоров'я населення в умовах зміни клімату.....	12
Перелік посилань.....	15
Додаток 1 Кількість постів спостережень за забрудненням атмосферного повітря $PM_{2.5}$, PM_{10} , озоном	17
Додаток 2 Приклад оцінки впливу забруднення атмосферного повітря $PM_{2.5}$ на здоров'я населення м. Києва	18
Додаток 3 Перелік наслідків для здоров'я в окремих вікових групах, так й у населення в цілому, які визначаються за допомогою програмного комплексу AirQ+ при короткотроковому та довгостроковому впливі забруднення атмосферного повітря PM_{10} , $PM_{2.5}$, O_3	21
Додаток 4 Індекс якості повітря (AQI), рівень впливу на здоров'я та відповідні рекомендації для населення	24

ПЕРЕЛІК ТЕРМІНІВ

Автономна адаптація – здатність системи або організму самостійно адаптуватися до змін в навколишньому середовищі без зовнішнього втручання або керівництва. Це процес, який дозволяє системам змінювати свою поведінку, структуру або функціонування для досягнення оптимального результату в нових умовах.

Адаптаційні заходи – заходи, які спрямовані на розширення меж пристосування до наслідків кліматичних впливів.

Атрибутивна частка ризику - пропорційне зменшення захворюваності населення або смертності, що відбулося б, якби вплив фактору ризику було зменшено до умовного ідеального рівня впливу.

Атрибутивні випадки – кількість випадків захворювань населення або смерті, які можна було б зменшити, якби вплив фактору ризику було зменшено до умовного ідеального рівня впливу.

Адаптація до зміни клімату – пристосування у природних чи людських системах як відповідь на фактичні або очікувані кліматичні впливи або їх наслідки, що дозволяє знизити шкоду та скористатися сприятливими можливостями.

Вразливість – ступінь незахищеності спільноти (природної або соціально-економічної) або системи (природної або соціально-економічної) від стихійних лих. Це набір умов і процесів, що виникли в результаті фізичних, соціальних, економічних та екологічних факторів, які збільшують сприйнятливність впливу та наслідків стихійних лих. Вразливість можна визначити виходячи із схильності до впливу, чутливості й адаптаційного потенціалу системи.

Планова адаптація – адаптація, що є результатом обміркованих рішень і конкретно враховує зміну й мінливість клімату.

Ризик для здоров'я – оцінка ймовірності виникнення негативних наслідків у вигляді додаткових випадків захворювань або смерті.

ВСТУП

Зміна клімату та її наслідки набувають ознаки кризи не тільки екологічної, а і соціальної, загрожуючи безпеці окремих людей і цілих народів. У вересні 2021 р. на 48-й сесії Ради з прав людини було визначено три загрози планетарного масштабу: зміна клімату, забруднення навколишнього природного середовища і руйнування природи. В 2022 році в доповіді «Без жалю: Розширення масштабів діяльності щодо пом'якшення наслідків зміни клімату та її впливу на здоров'я людей у європейському регіоні (ВООЗ)» зазначено необхідність врахування впливу на здоров'я населення змін клімату для стійкого розвитку. В ключових тезах Робочої групи з питань змін клімату був зроблений акцент на важливість попереджувальних заходів, які мають бути вжиті державами-членами Європейського регіону ВООЗ для протидії змінам клімату та їх впливу на здоров'я людей [1]. В Україні для проведення заходів в рамках єдиної стратегії боротьби зі зміною клімату була прийнята та розроблена на національному рівні низка необхідних нормативно-правових документів.

Визнано, що зміни клімату впливають на здоров'я прямими (перепади температури, екстремальні погодні явища та вплив ультрафіолетового випромінювання) і непрямими шляхами. До непрямих наслідків належать ті, що опосередковуються через природні чи людські системи, такі наприклад, як хвороб органів дихання, серцево-судинні захворювання, захворювання нервової системи [2].

Наразі забруднення атмосферного повітря входить у п'ятірку основних факторів ризику смертності в країнах. При цьому забруднення атмосферного повітря твердими частками пилу (PM_{10} , $PM_{2.5}$), озоном (O_3) та аероалергенами є одним з індикаторів забруднення повітря, пов'язаного зі змінами клімату [3].

За даними звіту «State of global air», від 87 % до 93 % населення Європи знаходиться під експозицією високих рівнів концентрацій $PM_{2.5}$, 61 %-83 % – PM_{10} та 97 %-98 % – озону [4]. При цьому встановлено, що 91 % світового населення проживає у районах, де рівень забруднення перевищує допустимі рівні, встановлені

в рекомендаціях ВООЗ з якості повітря, тобто дев'ять з десяти людей дихають повітрям з високими концентраціями забруднюючих речовин [5].

В Україні перші поодинокі автоматизовані пункти спостережень за забрудненням атмосферного повітря були встановлені в 2017 році. Згідно з Постановою КМУ від 14.08.2019 р. за №827 «Деякі питання здійснення державного моніторингу в галузі охорони атмосферного повітря», яка відображає Директиву 50 ЄС [6], до переліку забруднюючих речовин включені PM_{10} , $PM_{2.5}$ та O_3 . Але, можливість моніторингу PM_{10} , $PM_{2.5}$ та O_3 дуже обмежена. Таким чином на сьогодні в Україні немає достатніх моніторингових даних щодо кількісного виміру забруднення повітря цими речовинами і відповідно до розрахунку збитків здоров'ю. В зв'язку з виєвикладеним Європейським регіональним бюро ВООЗ, спираючись на дані, отримані в ході всіх доступних у світі епідеміологічних досліджень та мета аналізі даних, для визначення коефіцієнтів відносного ризику впливу забруднення повітря на здоров'я населення був розроблений програмний комплекс AirQ+, який використовує для розрахунків впливу забруднення атмосферного повітря на здоров'я населення ймовірнісну методологію базовану на функції «експозиція-відповідь» [7], [8]. Це дозволяє країнам, які не мають можливості для визначення коефіцієнтів відносного ризику, проводити дослідження щодо оцінки впливу забруднення повітря на здоров'я населення [9] та порівнювати їх. Використання гармонізованих даних надає можливість агрегованих оцінок та розробки адаптаційних заходів по всьому Європейському регіону.

1 НОРМАТИВНО-ПРАВОВЕ ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ З ПИТАНЬ ВПЛИВУ ЗМІН КЛІМАТУ НА ЗДОРОВ'Я НАСЕЛЕННЯ, ЯКІ ПОВ'ЯЗАНІ ІЗ ЗАБРУДНЕННЯМ АТМОСФЕРНОГО ПОВІТРЯ

1. Рамкова конвенція Організації Об'єднаних Націй про зміну клімату (РКЗК ООН, 1992).
2. Конвенція про транскордонне забруднення повітря на великі відстані. ООН, 1979.
3. Закон України від 06.09.2022 р. № 2573-IX «Про систему громадського здоров'я».
4. Закон України 28 лютого 2019 року № 2697-VIII «Про Основні засади (стратегію) державної екологічної політики України на період до 2030 року».
5. Закон України від 28 лютого 2019 року № 2697-VIII «Основні засади державної екологічної політики України на період до 2030 року».
6. Закон України від 20 вересня 2022 року № 2590-IX «Про ратифікацію Угоди між Україною та Європейським Союзом про участь України у Програмі ЄС LIFE - Програмі дій з довкілля та клімату».
7. Закон України від 16 жовтня 1992 року № 2707-XII «Про охорону атмосферного повітря»
8. Указ Президента України від 30 вересня 2019 р №722/2019 «Про Цілі сталого розвитку України на період до 2030 року».
9. Постанова КМУ від 14.08.2019 р. за №827 «Деякі питання здійснення державного моніторингу в галузі охорони атмосферного повітря».
10. Розпорядження КМУ від 26 липня 2018 року № 530-р «Про затвердження Національного плану заходів щодо неінфекційних захворювань для досягнення глобальних цілей сталого розвитку».

2 НАУКОВО - МЕТОДИЧНИЙ ПІДХІД ДО РОЗРОБКИ ЗАХОДІВ ЩОДО ЗМЕНШЕННЯ ВПЛИВУ ЗАБРУДНЕННЯ АТМОСФЕРНОГО ПОВІТРЯ PM_{10} , $PM_{2.5}$ ТА O_3 НА ЗДРОВ'Я НАСЕЛЕННЯ В УМОВАХ ЗМІН КЛІМАТУ

Для розробки заходів щодо зменшення впливу забруднення атмосферного повітря PM_{10} , $PM_{2.5}$ та O_3 на здоров'я населення в умовах змін клімату необхідно:

- оцінити рівні забруднення атмосферного повітря PM_{10} , $PM_{2.5}$, та O_3 ;
- визначити вплив забруднення атмосферного повітря на здоров'я населення за допомогою програмного комплексу AirQ+.

2.1. Оцінка рівнів забруднення атмосферного повітря PM_{10} , $PM_{2.5}$, та O_3

Для отримання інформації про якість атмосферного повітря необхідна організація мережі пунктів спостережень за забрудненням атмосферного повітря, що дозволить проведення моніторингових досліджень концентрацій PM_{10} , $PM_{2.5}$, та O_3 в атмосферному повітрі [10].

1. Під час вибору ділянок під пункти спостережень необхідно враховувати [11]:
 - інформацію про джерела забруднення та концентрації забруднюючих речовин;
 - топографічні та метеорологічні дані, які можуть впливати на особливості розсіювання;
 - характеристика інфраструктури, інтенсивність найближчих транспортних потоків ;
 - статистичні відомості про щільність населення.
2. Пункти спостережень розміщуються на відкритій, провітрюваній з усіх боків ділянці на відстані декількох метрів від будинків, балконів, дерев та інших перешкод і на відстані не менше 0,5 м від найближчої будівлі в разі відбору проб, що характеризують якість повітря на лінії забудови; включають фіксовану ділянку з встановленими засобами сертифікованого

вимірювального обладнання, яке забезпечує автоматичну реєстрацію рівня забруднюючих речовин та метеорологічних параметрів та повинні характеризувати якість атмосферного повітря відрізка вулиці довжиною не менше ніж 100 м.

3. Пункти спостережень для отримання інформації про вплив озону розміщується в житлових районах, парках (на відстані від дерев, на великих вулицях або майданах, де рух транспорту незначний або відсутній) .
4. Відбор проб проводиться на висоті від 1,5 м. Потік атмосферного повітря для відбору проб должен бути необмежений, без будь-якої перешкоди, що впливають на нього під час відбору проби.
5. Фіксовані вимірювання проводяться з урахуванням вимог:
 - ДСТУ EN 12341:2018 (EN 12341:2014, IDT) «Атмосферне повітря. Стандартний гравіметричний метод вимірювання масової концентрації аерозольних частинок PM_{10} або $PM_{2,5}$ »;
 - ДСТУ EN 14625:2016 (EN 14625:2012, IDT) «Повітря атмосферне. Стандартний метод вимірювання концентрації озону на основі фотометрії в ультрафіолетовій області спектра»;
6. Кількість пунктів спостережень визначається залежно від рівня концентрації забруднюючих речовин в повітрі та кількості населення (Додаток 1);
7. Проведення аналізу отриманих моніторингових даних забруднення атмосферного повітря PM_{10} та $PM_{2,5}$ та O_3 .

2.2. Визначення впливу забруднення атмосферного повітря на здоров'я населення за допомогою програмного комплексу AirQ+.

1. Кількісна оцінка ризику для здоров'я в окремих вікових групах, так й у населення в цілому, від забруднення атмосферного повітря PM_{10} , $PM_{2.5}$, O_3 проводиться з використанням програмного комплексу AirQ+, що розроблений Європейським регіональним бюро ВООЗ [7], [8].

2. Інструмент AirQ + включає 2 підходи до оцінки забруднення атмосферного повітря – короткочасний та довгостроковий.

3. Оцінка забруднення приземного шару атмосфери може проводитися як на підставі даних моніторингу атмосферного повітря, так і за допомогою моделювання.

4. Наслідки для здоров'я від короткочасного впливу забруднення повітря розраховуються з урахуванням добових (24 годинних) концентрацій забруднюючих речовин.

5. Наслідки для здоров'я від довгострокового впливу забруднення повітря розраховуються з урахуванням даних щодо наявних середніх значень концентрацій, забруднюючих речовин які вимірювалися протягом одного або трьох років.

6. Вплив забруднювальної речовини за конкретний період часу може розраховуватися з урахуванням відносного ризику, який був визначений в результаті власних досліджень. При відсутності будь-яких регіональних або місцевих значень відносного ризику використовуються коефіцієнти відносного ризику, зумовлені самою програмою, які відображають дані по різним міжнародним дослідженням.

7. Співвідношення ризиків, що дорівнює 1.0, означає, що ймовірність розвитку негативних наслідків для здоров'я від впливу забруднення повітря в групі людей, які знаходяться під експозицією забрудненого атмосферного повітря і у групах, де рівень забруднення атмосферного повітря низький, однакова. Співвідношення ризиків більше 1.0 свідчить про підвищену ймовірність розвитку наслідків для здоров'я від впливу забруднення повітря. Співвідношення менше 1.0 говорить про

те, що ймовірність виникнення розвитку наслідків для здоров'я від впливу забруднення повітря для дослідної групи людей менша.

8. Перед введенням офіційних статистичних даних щодо показників здоров'я населення у програмний комплекс AirQ + усі значення випадків захворювань та смерті обчислюються на 100 тис. населення (відношення кількості випадків за рік на 100 тис. жителів до середньої чисельності всього населення, що знаходилось під експозицією).

9. Відповідно до МКХ-10 (до 2027 року) оцінюються наступні наслідки для здоров'я при короткочасному та довгостроковому впливі забруднення атмосферного повітря (Додаток 3).

3 АДАПТАЦІЙНІ ЗАХОДИ ЩОДО ЗМЕНШЕННЯ ВПЛИВУ ЗАБРУДНЕННЯ АТМОСФЕРНОГО ПОВІТРЯ PM_{10} , $PM_{2.5}$ ТА ОЗОНОМ НА ЗДОРОВ'Я НАСЕЛЕННЯ В УМОВАХ ЗМІНИ КЛІМАТУ

Для розробки заходів з адаптації до змін клімату виникає необхідність дотримуватись певних правил і умов, що не суперечитимуть основним напрямкам державної політики. Такі умови можуть бути визначені через законодавство країни та відповідні стандарти, що визнані у світі та використовуються у різних країнах, як, наприклад, стандарти ISO. Одним із стандартів ISO в цій галузі є ISO 14090 «Адаптація до зміни клімату – принципи, вимоги та керівництва», який регламентує проведення оцінки впливу зміни клімату та розробку планів для ефективної адаптації [12]. Загальна мета заходів з адаптації полягає у зменшенні вразливості до наслідків зміни клімату. Вони розробляються на основі оцінки вразливостей до зміни клімату та національних стратегій адаптації.

Існують різні типи адаптації, що застосовуються на різних рівнях починаючи від індивідуальних дій і закінчуючи національною та міжнародною політикою. В залежності від цілеспрямованості адаптація буває автономною або плановою. В залежності від тривалості дії поділяють на короткострокову та довгострокову, від поширеності – на локалізовану та поширену. Для ефективної адаптації до зміни клімату необхідно чітко розуміння очікуваних наслідків, уразливостей і ризиків, пов'язаних зі зміною клімату у короткостроковій, середньостроковій і довгостроковій перспективах для основних сфер життєдіяльності суспільства [13].

Загальними підходами до вирішення проблем антропогенного забруднення атмосферного повітря в умовах зміни клімату є пом'якшення його наслідків, зокрема зниження викидів парникових газів, сприяння їх поглинанню, а також поєднання різноманітних типів адаптації для вирішення конкретних проблем та можливостей у різних секторах господарської діяльності і регіонах та розробка заходів для зменшення його впливу на здоров'я населення.

Адаптаційні заходи щодо зменшення антропогенного забруднення атмосферного повітря в умовах зміни клімату на здоров'я населення може проводитись в двох напрямках. Перший напрямок – екологічний - розробка та використання заходів, які спрямовані на зниження викидів PM_{10} , $PM_{2.5}$, O_3 в атмосферному повітрі, наприклад: прийняття законів та нормативних актів, які регламентують викиди шкідливих речовин для промислових підприємств та транспортних засобів та їх концентрації в приземному шарі атмосфери; надають фінансову та законодавчу підтримку держави для розвитку відновлювальних джерел енергії, таких як сонячна, вітрова та гідроенергія; інвестують розвиток громадського транспорту, зокрема мережі електричного муніципального транспорту, збільшують якість обслуговування громадським транспортом, що може знизити кількість використання власних автомобілів і, отже, викиди від них [13].

Другий напрямок – гігієнічний – проведення адаптаційних заходів щодо зменшення впливу забруднення атмосферного повітря в умовах зміни клімату на здоров'я населення стосується медико-профілактичної роботи у сфері громадського здоров'я, а саме:

1. Аналізу забруднення атмосферного повітря PM_{10} , $PM_{2.5}$, O_3 в сельбищних зонах.
2. Відповідності місць розташування постів спостереження в залежності від рівня забруднення атмосферного повітря PM_{10} , $PM_{2.5}$, O_3 та щільності населення.
3. Кількісної оцінці ризику для здоров'я в окремих вікових групах, так й у населення в цілому, від забруднення атмосферного повітря PM_{10} , $PM_{2.5}$, O_3 за допомогою програмного комплексу AirQ+.
4. Визначенню груп високого ризику розвитку неінфекційних захворювань, які ймовірно пов'язані з забрудненням атмосферного повітря, проведення відповідних профілактичних і лікувальних заходів з адаптації з урахуванням вразливості таргет груп (люди похилого віку, вагітні і діти) та збільшення адаптаційних можливостей організму, що включає контроль артеріального тиску, регулярну фізичну

активність, збалансоване харчування, вживання необхідних вітамінів и мінералів тощо.

5. Інформування населення про поточний рівень забруднення атмосферного повітря та потенційний ризик для здоров'я особливо вразливих груп (діти, літні люди та ті, у кого є серцево-судинні та хвороби органів дихання) та всього населення відповідно до рівнів індексів якості повітря (AQI), які надаються в системі громадського моніторингу (додаток 3).

6. Учасі у розробці освітніх стандартів і підготовці фахівців із громадського здоров'я (у т.ч. фахівців з довкілля та здоров'я) на післядипломному рівнях. щодо організації профілактики неінфекційних захворювань, які пов'язані з забрудненням атмосферного повітря

7. Розробці методичних матеріалів (настанов, рекомендацій, посібників, стандартів, довідників) для здійснення профілактичної допомоги населенню щодо зменшення впливу забруднення атмосферного повітря на здоров'я.

8. Підготовці планів з адаптації населення щодо забруднення атмосферного повітря на локальному та національному рівнях, проведення планової адаптації.

Виходячи з вищевикладеного, слід зазначити, що поведення адаптаційних заходів щодо зменшення негативних наслідків забруднення атмосферного повітря в умовах зміни клімату на організм людини вимагає комплексного підходу на різних рівнях як державних, так і не державних. Профілактичні адаптаційні програми повинні базуватися на громадській свідомості та індивідуальному самозахисті.

ПЕРЕЛІК ПОСИЛАНЬ

1. Без жалю: Розширення масштабів діяльності щодо пом'якшення наслідків зміни клімату та її впливу на здоров'я людей у європейському регіоні (BOO3). 2023. URL: <https://iris.who.int/handle/10665/368162>.
2. Anenberg S.C., Haines S., Wang E., Nassikas N., Kinney P.L. Synergistic health effects of air pollution, temperature, and pollen exposure: a systematic review of epidemiological evidence // Environ Health. 2020. Vol. 130. <https://doi.org/10.1186/s12940-020-00681-z>
3. Climate change. WHO. 2023. URL: <https://www.who.int/news-room/fact-sheets/detail/climate-change-and-health>.
4. «State of global air». 2020. URL: <https://www.stateofglobalair.org/resources/report/state-global-air-report-2020/>
5. WHO Global Air Quality Guidelines 2021 : WHO Regional Office for Europe. Bonn. 2021. 21 p.
6. Directive 2008/50/EU of the European Parliament and of the Council of 21 May 2008 on Ambient Air Quality and Cleaner Air for Europe // Official Journal of the European Union. 2008. 51. L152. 44 p.
7. AirQ+: software tool for health risk assessment of air pollution. WHO Regional Office for Europ. URL: <https://www.euro.who.int/en/health-topics/environment-and-health/air-quality/activities/airq-software-tool-for-health-risk-assessment-of-air-pollution>
8. AirQ+: software tool for health risk assessment of air pollution. WHO Regional Office for Europ. URL: <https://www.euro.who.int/en/health-topics/environment-and-health/air-quality/activities/airq-software-tool-for-health-risk-assessment-of-air-pollution>.
9. Turos O.I., Petrosian A.A., Maremukha T.P., Morhulova V.V., Brezitska N.V., Kobzarenko I.V., Tsarenok T.V. [Assessment of ambient air pollution by particulate matter (PM10, PM2.5) and risk for human health caused by war actions]. Wiad Lek. 2023;76(4):738-744.

10. Постанова КМУ від 14.08.2019 р. за №827 «Деякі питання здійснення державного моніторингу в галузі охорони атмосферного повітря».
11. Наказ Міністерства Внутрішніх справ України від 21.04.2021 № 300 «Про затвердження Порядку розміщення пунктів спостережень за забрудненням атмосферного повітря в зонах та агломераціях».
12. ISO 14090:2019(en) Adaptation to climate change — Principles, requirements and guidelines. 2019. URL : <https://www.iso.org/ru/standard/68507.html>.
13. Іванюта С.П., Коломієць О. О, Малиновська О. А., Якушенко Л. М. Зміна клімату: наслідки та заходи адаптації: аналіт. доповідь // за ред. С.П. Іванюти. –К. : НІСД. 2020. – 110 с.
14. Турос О.І., Петросян А.А., Брезіцька Н.В., Маремуха Т.П., Давиденко Г.М., Михіна Л.І., Царенок Т.В. Оцінка впливу забруднення атмосферного повітря PM_{2,5} на здоров'я населення м. Києва // Довкілля та здоров'я № 3 (104), – 2022, – С. 44-47.
15. European Air Quality Index. Legend Explained / European Environment Agency. URL: <https://www.eea.europa.eu/themes/air/air-quality-index> .

ДОДАТОК 1

Кількість постів спостережень за забрудненням атмосферного повітря PM_{10} ,
 $PM_{2,5}$, O_3

Населення тис.чоловік	PM_{10} $PM_{2,5}$		O_3
	рівень максимальних концентрацій перевищують верхній поріг оцінювання*	рівень максимальних концентрацій знаходиться між верхнім та нижнім порогами оцінювання**	
0-249	2	1	1
250-499	3	2	2
500-749	3	2	2
750-999	4	2	2
1000-1499	6	3	3
1500-1999	7	3	4
2000-2749	8	4	5
2750-3749	10	4	6
3750-4749	11	6	один додатковий пункт на 2 млн мешканців
4750-5999	13	6	
>6000	15	7	

* верхній поріг оцінювання - рівень забруднюючої речовини, нижче якого для оцінювання якості атмосферного повітря використовується комбінація фіксованих вимірювань і методів моделювання або індикативних вимірювань [10];

**нижній поріг оцінювання - рівень забруднюючої речовини, нижче якого для оцінювання якості атмосферного повітря використовуються методи моделювання чи об'єктивної оцінки [10].

ДОДАТОК 2

Приклад оцінки впливу забруднення атмосферного повітря $PM_{2.5}$ на здоров'я населення м. Києва [14].

При проведенні кількісної оцінки ризику впливу довгострокового забруднення атмосферного повітря $PM_{2.5}$ на здоров'я населення м. Києва для розрахунку середнього значення наявних добових концентрацій $PM_{2.5}$ використовувалися дані отримані під час натурних досліджень, які проводилися на стаціонарному посту моніторингу PM_{10} та $PM_{2.5}$ ДУ «Інститут громадського здоров'я ім. О.М. Марзєєва Національної академії медичних наук України» у м. Києві за 3 роки, з жовтня 2017 року по вересень 2020 року.

За період з жовтня по вересень (протягом 2017-2020 р.) було проведено 24826 вимірювань $PM_{2.5}$, які були усереднені за добовий період (рисунок).

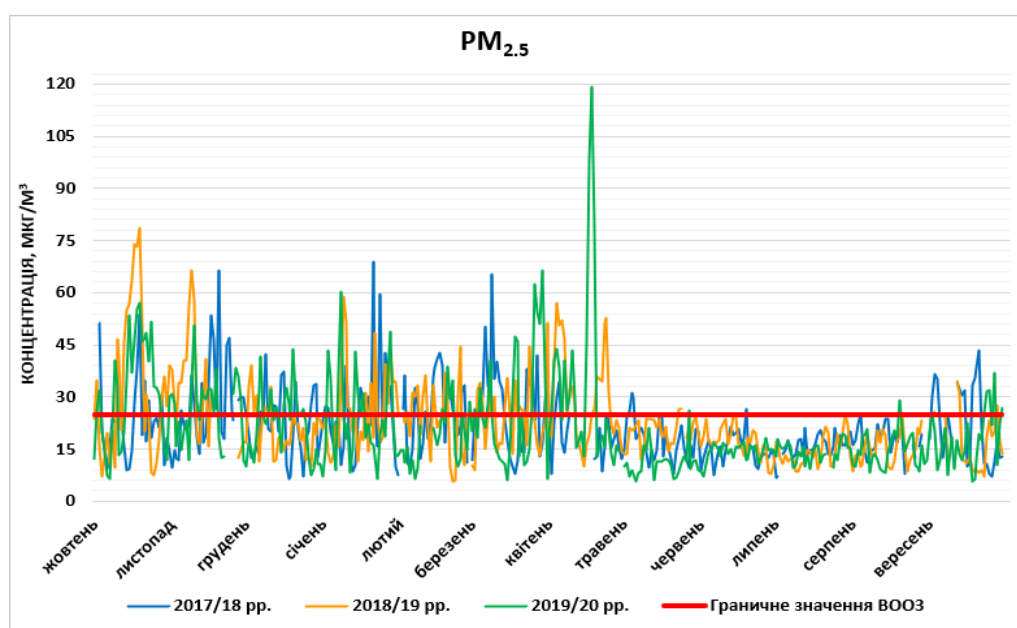


Рисунок – Середньодобові концентрації $PM_{2.5}$ в атмосферному повітрі, м. Київ (з жовтня по вересень 2017-2020 рр.).

В результаті проведених досліджень було розраховано середнє значення наявних добових концентрацій $PM_{2.5}$ за 3 роки, а саме $21,7 \text{ мкг/м}^3$, що було використано для розрахунків атрибутивних (додаткових) випадків смерті та

атрибутивної (додаткової) частки смертей від раку легенів (РЛ) та хронічного обструктивного захворювання легень (ХОЗЛ).

За допомогою програмного комплексу AirQ + було визначено атрибутивну частку ризику та кількість атрибутивних випадків смерті від РЛ серед дорослих вікової групи ≥ 30 років і ХОЗЛ серед дорослих вікової групи ≥ 25 років.

Значення відносних ризиків рекомендованих ВООЗ складає для: РЛ – 1,09 (1,04-1,14) та ХОЗЛ – 1,10 (1,05-1,16), розрахованих при референтній концентрації $PM_{2.5}$ 10 $\mu g/m^3$.

Статистичні дані про чисельність проживаючого населення, смертність серед дорослого населення були отримані на сайті Державної служби статистики України за період 2017-2019 рр. Перед введенням даних у програмний комплекс AirQ + усі значення були обчислені на 100 тис. населення. Дані були визначені із рівнем статистичної значущості 95 %.

Відомо, що за період 2017-2019 рр. загальна кількість випадків смерті складала: від РЛ – 656 випадків, від ХОЗЛ – 105 випадків. Як показано в таблиці, атрибутивні випадки смерті, які пов'язані з довготривалою експозицією $PM_{2.5}$, у м. Києві становили: 63 (95 % СІ: 29-93) випадки смерті від РЛ та 7 (95 % СІ: 4-10) випадків від ХОЗЛ, це складає 9,6 % від усіх випадків смерті від РЛ та 6,7 % від ХОЗЛ.

Таблиця - Атрибутивні випадки смерті та атрибутивна частка ризику смерті від ХОЗЛ та РЛ (2017-2019 рр.)

Показник	Результат	Причина смерті	
		РЛ	ХОЗЛ
атрибутивні випадки	кількість	63	7
	СІ	29-93	4-10
атрибутивна частка ризику	%	9,59	9,07
	% (95 СІ)	4,49-14,21	5,21-13,58

При цьому атрибутивна (додаткова) частка ризику смерті, обумовленого забрудненням атмосферного повітря $PM_{2.5}$, становила: від РЛ – 9,59 %, від ХОЗЛ – 9,07 % при середньорічній концентрації $PM_{2.5}$ – 21,7 $\mu g/m^3$.

Оцінка впливу забруднення атмосферного повітря $PM_{2.5}$ на здоров'я населення, яке проживає у м. Київ, з використанням програмного комплексу AirQ+ свідчить про те, що зменшення концентрації $PM_{2.5}$ з $21,7 \text{ мкг/м}^3$ до референтного значення 10 мкг/м^3 , дозволило б знизити відсоток та кількість додаткових смертей серед дорослого експонованого населення від РЛ – на 6,7 % (63 випадки), ХОЗЛ – на 9,6 % (7 випадків) та атрибутивну частку ризику смерті відповідно на 9,59% і 9,07%.

ДОДАТОК 3

Перелік наслідків для здоров'я в окремих вікових групах, так й у населення в цілому, які визначаються за допомогою програмного комплексу AirQ+ при короткотроковому та довгостроковому впливі забруднення атмосферного повітря

PM₁₀, PM_{2.5}, O₃

Наслідки для здоров'я	PM _{2.5}		PM ₁₀		O ₃	
	при короткочасному впливі	при довгостроковому впливі	при короткочасному впливі	при довгостроковому впливі	при короткочасному впливі	при довгостроковому впливі
смертність від усіх природних причин, A00-R99	+	+	+	+	+	+
смертність від захворювань серця, I00-I52	+	-	+	-	-	-
смертність від хвороб органів дихання, J00-J99	+	-	+	-	+	-
смертність від цереброваскулярних захворювань, I60-I69	+	-	+	-	-	-
показник госпіталізації: хвороби системи кровообігу, I00-I99	+	-	-	-	-	-
показник госпіталізації: хвороби органів дихання, J00-J99	+	-	-	-	+	-
показник госпіталізації: захворювання серця, I00-I52	-	-	-	-	+	-
показник госпіталізації до лікарні та відділення невідкладної допомоги: астма, J45	-	-	-	-	+	-
смертність від хвороб органів дихання, J00-J99 (дорослі 30+)	-	+	-	+	-	+

смертність від гострих респіраторних інфекцій дихальних шляхів, J12-18, J20-26 (діти 0-4)	-	+	-	-	-	-
смертність від хронічного обструктивного захворювання легень, J43-J44, (дорослі 30+)	-	+	-	-	-	-
смертність від хвороб системи кровообігу, I00-I99 (дорослі 30+)	-	+	-	-	-	-
смертність від ішемічної хвороби серця, I20-I25 (дорослі 25+)	-	+	-	+	-	-
смертність від інсульту, I60-I63, I65-I67, I69.0-I69.3 (дорослі 25+)	-	+	-	-	-	-
смертність від раку трахеї, бронхів та легень, C33-C34, D02.1-D02.2, D38.1(дорослі 30+)	-	+	-	+	-	-
смертність немовлят в постнеонатальному періоді (вік 1-11 місяців) від усіх причин, A00-R99	-	-	-	+	-	-
розповсюдженість бронхітів у дітей, J40-J44	-	-	-	+	-	-
частота хронічного бронхіту у дорослих, J40-J44	-	-	-	+	-	-
розповсюдженість бронхіальної астми, J45 (діти 5-14)	-	-	-	-	-	+

Індекс якості повітря (AQI), рівень впливу на здоров'я та відповідні рекомендації для населення [15]

AQI, рівень	Рівень впливу на здоров'я, рекомендації
0-50	Вплив на здоров'я відсутній. Гарний день для активного відпочинку на відкритому повітрі.
51-100	Рівень впливу мінімальний. Гарний день для активного відпочинку на відкритому повітрі для більшості населення. Незначна кількість людей, які гіперчутливі до впливу озону або РМ, можуть відчувати респіраторні симптоми (кашель, утруднене дихання), тому їм необхідно обмежити фізичну активність на відкритому повітрі.
101-150	Рівень впливу підвищений. Чутливі групи населення (з хронічними захворюваннями дихальної та серцево-судинної системи, літні люди та діти) можуть відчувати негативні наслідки для здоров'я (загострення бронхіальної астми, серцебиття, задишка, втомлюваність) та при появі симптомів, мають обмежити фізичну активність на відкритому повітрі.
151-200	Рівень впливу шкідливий. Все населення може відчувати негативні наслідки для здоров'я (дискомфорт при диханні, втомлюваність). Чутливим групам населення слід уникати фізичної активності на відкритому повітрі, а все інше населення має обмежити фізичну активність на відкритому повітрі. У чутливих груп населення можуть спостерігатися більш серйозні наслідки для здоров'я (виникнення кашелю, задишки у літніх людей та дітей; загострення захворювань серцево-судинної та дихальної систем).
201-300	Рівень впливу дуже шкідливий. Серед здорового населення значне збільшення частоти виникнення кашелю, задишки, біль при глибокому вдиху, у чутливих групах населення збільшується частота загострень захворювань серцево-судинної та дихальної систем та передчасна смертність людей із цією патологією. Чутливим групам населення слід уникати перебування на відкритому повітрі. Все інше населення має обмежити перебування на відкритому повітрі
	Рівень впливу дуже небезпечний. Значний ризик виникнення серцебиття, задишки,

301-500	втомлюваності на рівні популяції. Здорові люди можуть відчувати несприятливі симптоми, які впливатимуть на нормальну активність. Високий ризик передчасної смертності серед літніх людей та людей з хронічними захворюваннями серцево-судинної та дихальної систем. Все населення має уникати перебування на відкритому повітрі та підтримувати низький рівень активності у приміщенні.
---------	---