

**МІНІСТЕРСТВО ОХОРОНИ ЗДОРОВ'Я УКРАЇНИ
НАЦІОНАЛЬНИЙ МЕДИЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ імені О.О.БОГОМОЛЬЦЯ**

КАФЕДРА ГРОМАДСЬКОГО ЗДОРОВ'Я

КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА МАГІСТРА

на тему

«Медико-соціальні аспекти захворюваності населення внаслідок забруднення повітря житлових приміщень та профілактичні заходи»

Здобувач вищої освіти,
групи 13401 АГЗ, спеціальності
229 «Громадське здоров'я»
ОПП 229 «Громадське здоров'я »

Чермних Наталія Петрівна

підпис

Науковий керівник
кандидат медичних наук,
доцент

Замкевич В.Б.

підпис

Керівник освітньо-професійної
програми
доктор медичних наук,
професор

Грузєва Т.С.

підпис

Завідувач кафедри,
доктор медичних наук,
професор

Грузєва Т.С.

підпис

Київ – 2025 рік

ЗМІСТ

Перелік позначень, символів, одиниць і термінів	4
ВСТУП	5
РОЗДІЛ 1. ВПЛИВ НА ЗДОРОВ'Я НАСЕЛЕННЯ ЯКОСТІ ПОВІТРЯ ЖИТЛОВИХ ПРИМІЩЕНЬ ЯК ПРОБЛЕМА ГРОМАДСЬКОГО ЗДОРОВ'Я (ОГЛЯД ЛІТЕРАТУРИ)	11
1.1. Значення якості повітря житлових приміщень для здоров'я населення	11
1.2. Загрози для здоров'я населення, пов'язані з основними джерелами забруднення повітря в житлових приміщеннях	15
1.3. Особливості формування функціональних та органічних порушень органів та систем людини під впливом хімічних забруднювачів у складі повітря житлових приміщень	27
РОЗДІЛ 2. РЕЗУЛЬТАТИ ОЦІНКИ ПОКАЗНИКІВ ЗДОРОВ'Я МЕШКАНЦІВ БАГАТОКВАРТИРНИХ БУДИНКІВ, ЩО ЗАЗНАЮТЬ ШКІДЛИВОГО ВПЛИВУ ЗАБРУДНЮВАЧІВ ПОВІТРЯ ЖИТЛОВИХ ПРИМІЩЕНЬ	37
2.1. Аналіз захворюваності мешканців багатоквартирних будинків м. Києва, що зазнають шкідливого впливу забруднювачів повітря за результатами анкетного методу дослідження	37
2.2. Оцінка впливу якості повітря житлових приміщень на здоров'я населення за результатами моніторингу, здійсненого ЦКПХ у відповідь на звернення мешканців багатоквартирних будинків м. Києва	50
2.3. Результати оцінки здоров'я мешканців багатоквартирних будинків з використанням неінвазивних методів дослідження	62

РОЗДІЛ 3. ПРОФІЛАКТИКА ЗАХВОРЮВАНЬ, ПОВ'ЯЗАНИХ ІЗ ЗАБРУДНЕННЯМ ПОВІТРЯ В ЖИТЛОВИХ ПРИМІЩЕННЯХ	68
ВИСНОВКИ	94
СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ	98

**ПЕРЕЛІК ПОЗНАЧЕНЬ, СИМВОЛІВ, ОДИНИЦЬ,
СКОРОЧЕНЬ І ТЕРМІНІВ**

ВООЗ	—	Всесвітня організація охорони здоров'я
ГДК	—	гранично допустима концентрація
ГДКсд	—	гранично допустима концентрація середньо добова
ЛОС	—	летючі органічні сполуки
МОЗ	—	Міністерство охорони здоров'я
ХОЗЛ	—	хронічна обструктивна хвороба легень
ЦКПХ	—	Центр контролю і профілактики хвороб Міністерства охорони здоров'я України
DALY	—	загальний тягар хвороб за визначенням ВООЗ
PM	—	тверді частинки у складі повітря
SBS-	—	синдром хворої будівлі
синдром		

ВСТУП

Актуальність теми. Однією з найгостріших соціальних проблем в Україні на сьогодні є незадовільний стан здоров'я населення, що виявляється у зростанні рівнів захворюваності, інвалідності та смертності. На захворюваність населення впливає багато факторів, одним із них є повітря. Складу повітряного середовища, як фактору формування здоров'я населення, приділяється значна увага у всьому світі [1, 2]. Повітря має багатокомпонентний склад. Його відхилення від оптимальних параметрів незаперечно впливає на якість життя як окремого індивіда, так і соціуму вцілому [3]. Тому, особливої уваги заслуговує повітря житлових приміщень, в якому людина, залежно від вікової категорії і способу життя проводить від 8 до 24 годин на добу.

Багаточисленними дослідженнями доведено, що зазвичай якість повітря житлових приміщень не відповідає існуючим нормам, а концентрації різних поллютантів у закритих приміщеннях досить часто перевищують атмосферні показники в десятки разів [4, 5].

За даними Всесвітньої організації охорони здоров'я (ВООЗ) та міжнародних наукових досліджень, рівень забруднення повітря в приміщеннях перевищує атмосферний у 4–6 разів, а його токсичність може бути у 8–10 разів вищою. Щорічно в Європі фіксується до 3,2 мільйона передчасних смертей, спричинених впливом забрудненого повітря всередині приміщень. Тверді частки та інші шкідливі речовини, що утворюються в процесі такого забруднення, спричиняють запалення дихальних шляхів і легеневої тканини, ослаблюють імунний захист організму та знижують здатність крові транспортувати кисень [6, 7, 8].

Серед цих 3,2 мільйона випадків смертності від побутового забруднення повітря:

- 32 % обумовлені ішемічною хворобою серця: близько 12 % усіх випадків смерті від цієї патології можна пояснити впливом забрудненого

повітря в домівках, що еквівалентно понад мільйону передчасних смертей на рік;

- 23 % припадають на інсульти: приблизно 12 % усіх летальних випадків від інсульту спричинені тривалим впливом забрудненого повітря в побутових умовах;

- 21 % спричинені інфекціями нижніх дихальних шляхів: побутове забруднення майже вдвічі підвищує ризик розвитку таких інфекцій у дітей і зумовлює близько 44 % смертей від пневмонії серед дітей віком до 5 років, а також 22 % випадків смерті від пневмонії серед дорослих;

- 19 % пов'язані з хронічною обструктивною хворобою легень (ХОЗЛ): в країнах із низьким і середнім рівнем доходу близько 23 % смертей від ХОЗЛ спричинені впливом забрудненого побутового повітря;

- 6 % від раку легенів: близько 11 % смертей від цієї хвороби серед дорослого населення пов'язані з канцерогенами, що утворюються під час використання гасу, деревини, вугілля та інших видів палива для побутових потреб [9, 10].

У 2019 році побутове забруднення повітря призвело до втрати приблизно 86 мільйонів років здорового життя, причому найбільший тягар лягав на жінок у країнах із низьким та середнім рівнем доходу. Також близько половини всіх смертей від інфекцій нижніх дихальних шляхів серед дітей до п'яти років спричинені вдиханням твердих часток (сажі), що утворюються внаслідок побутового забруднення повітря. Крім того, встановлено зв'язок між побутовим забрудненням повітря та підвищеним ризиком низької ваги при народженні, розвитку туберкульозу, катаракти, раку носоглотки та гортані [11].

У повітрі сучасних закритих будівель виявляється широкий спектр летючих сполук хімічної природи, з них більшість з полімерних матеріалів, що широко використовуються в будівництві в якості оздоблювальних, звукоізоляційних, теплоізоляційних матеріалів, лакофарбних виробів, для

виготовлення меблів та інше. За токсичними властивостями ці хімічні забруднювачі відносяться до різних класів небезпеки.

При грубих порушеннях технології виготовлення, без проведення санітарно-епідеміологічної експертизи полімерних зразків, хімічні забруднювачі можуть виявлятися в повітрі в концентраціях набагато вище п'яти ГДК [12]. Сумісна дія цих речовин при тривалому впливові в умовах житла може становити ризик розвитку передвісників патологічних станів і захворювань як здорових осіб, так і особливо чутливого контингенту, зокрема дітей, осіб похилого віку, хворих і вагітних жінок [13, 14].

Проблема оцінки ризику впливу хімічних речовин, що виділяються з полімерних матеріалів в повітря житлового середовища, є актуальною в усіх розвинених країнах світу. Україна сьогодні вже прийнята до Всесвітньої Організації Торгівлі та знаходиться на шляху вступу до Євросоюзу, тому гармонізація існуючих вітчизняних підходів до оцінки хімічних забруднювачів, обумовлених полімерними матеріалами в повітрі житлових приміщень, повинна здійснюватися виключно з урахуванням відповідних міжнародних регламентів та стандартів.

Аналіз діючих нормативно-правових актів та результатів наукових досліджень вітчизняних та зарубіжних авторів, що стосуються регламентації якості повітря житлових приміщень, довів необхідність розробки нових сучасних підходів до гігієнічної оцінки хімічних забруднювачів повітря житлових приміщень.

Мета і завдання дослідження. Дослідити вплив на стан здоров'я мешканців багатоквартирних будинків якості повітря всередині житлових приміщень, проаналізувати його за допомогою анкетного методу та розробити профілактичні заходи з покращення якості повітря всередині житлових приміщень. Провести аналіз сучасних наукових підходів до оцінки якості повітря всередині житлових приміщень.

1) визначити вплив на здоров'я населення якості повітря житлових приміщень як причини виникнення захворювань;

2) оцінити стан здоров'я мешканців багатоквартирних будинків за допомогою анкетного методу та результатів комплексних санітарно-гігієнічних досліджень повітря житлових приміщень за даними ЦКПХ м. Києва.

3) визначити комплекс пріоритетних профілактичних заходів та рекомендацій для населення з покращення якості повітря всередині житлових приміщень, як важливої детермінанти здоров'я.

Об'єкт дослідження: стан повітря житлових приміщень багатоквартирних будинків м. Києва.

Предмет дослідження: стан здоров'я мешканців житлових приміщень; заходи профілактики.

Методи дослідження: аналітичні (системного та порівняльного аналізу), санітарно-гігієнічні, санітарно-хімічні, статистичні.

Практичне значення одержаних результатів. У межах дослідження проведено аналіз стану повітряного середовища в житлових приміщеннях м. Києва виявлено основні хімічні забруднювачі повітря, визначено ступінь їхнього впливу на здоров'я мешканців багатоквартирних будинків, а також оцінено потенційні ризики підвищення захворюваності. Встановлено основні джерела забруднення повітря в житловому середовищі. Розроблено та запропоновано комплекс профілактичних заходів, спрямованих на мінімізацію впливу поллютантів і покращення якості повітря як важливого компонента збереження громадського здоров'я.

Апробація матеріалів дослідження. Основні положення кваліфікаційної роботи повідомлені та обговорені на наступних національних та міжнародних наукових заходах:

- Науково-практична конференція з міжнародною участю до всесвітнього дня здоров'я 2025 р. Київ, 4 квітня 2025 р.;
- Науково-практична конференція з міжнародною участю «Екологічні та гігієнічні проблеми сфери життєдіяльності людини». Київ, 19 березня 2025 р.;

- Студентська науково-практична конференція «Іноваційні підходи у наукових дослідженнях у сфері громадського здоров'я та профілактичної медицини: досягнення та перспективи». Київ, 11 лютого 2025 р.;
- Науково-практична конференція з міжнародною участю «Екологічні та гігієнічні проблеми сфери життєдіяльності людини». Київ, 13 березня 2024 р.
- Актуальні питання громадського здоров'я та екологічної безпеки України. Науково-практична конференція з міжнародною участю до 140-річчя з дня народження О.М. Марзеєва (дев'ятнадцяті марзеєвські читання). Київ, 19 жовтня 2023 р.;
- Науково-практична конференція з міжнародною участю «Актуальні питання хімічної безпеки, протирадіаційного захисту та оцінки ризиків хімічного та радіаційного впливу на здоров'я людини та середовище її життєдіяльності через призму сучасних ХБРЯ загроз», Українська військово-медична академія. Київ, 28-29 вересня 2023 р.;
- Науково-практична конференція з міжнародною участю «Екологічні та гігієнічні проблеми сфери життєдіяльності людини». Київ, 15 березня 2023 р.

За матеріалами дослідження опубліковані праці у співавторстві:

1. Чермних Н.П., Замкевич В.Б. Деякі особливості мікробіома кишечника при споживанні синтетичних наркотиків у населення. Науково-практична конференція з міжнародною участю «Екологічні та гігієнічні проблеми сфери життєдіяльності людини». Київ, 19 березня 2025 р., с. 277-278.
2. Чермних Н.П., Замкевич В.Б. Особливості виявлення деяких соціально-значущих захворювань та факторів ризику у населення за допомогою мікроядерного тесту. Матеріали Студентської науково-практичної конференції «Іноваційні підходи у наукових дослідженнях у сфері громадського здоров'я та профілактичної медицини: досягнення та перспективи». Київ, 11 лютого 2025 р., с. 84-86.

3. Курділь Н.В., Устінова Л.А., Оборнова Т.С., Лісовська В.С., Чермних Н.П. Результати міжнародної співпраці у сфері акредитації, валідації та автоматизації мікроядерного тесту. Матеріали VII Міжнародної науково-практичної конференції «Application of knowledge for the development of science». 21-24 лютого 2023 р., Стокгольм, Швеція, с. 185-190. DOI – 10.46299/ISG.2023.1.7.

4. Оборнова Т.С., Лісовська В.С., Курділь Н.В., Супрун К.С., Чермних Н.П. Сучасний погляд на використання мікроядерного тесту в системі діагностики соціально значимих захворювань. Матеріали VI Міжнародної науково-практичної конференції «*Scientific directions of research in educational activity*». 14-17 лютого 2023 р., Осака, Японія, с. 242-246. DOI:10.46299/ISG.2023.1.6.

5. Оборнова Т.С., Лісовська В.С., Паламар Б.І., Курділь Н.В., Чермних Н.П. Цитоморфологічні і цитогенетичні характеристики букального епітелію осіб, які мешкають в умовах «хворої будівлі». Український журнал сучасних проблем токсикології. 2023. 1(93). С. 72-84. doi: 10.33273/2663-4570-2023-94-1-72-84.

РОЗДІЛ 1

ВПЛИВ ЯКОСТІ ПОВІТРЯ ЖИТЛОВИХ ПРИМІЩЕНЬ НА ЗДОРОВ'Я НАСЕЛЕННЯ ЯК ПРОБЛЕМА ГРОМАДСЬКОГО ЗДОРОВ'Я

1.1. Значення якості повітря житлових приміщень для здоров'я населення

Низька якість повітря в житлових приміщеннях, відповідно неналежна якість житла є однією з провідних екологічних проблем громадського здоров'я. Вона є одним із ключових факторів, що впливають на здоров'я людини.

Якість повітря в житлових приміщеннях (Indoor Air Quality, IAQ) – це сукупна характеристика хімічного, фізичного та біологічного складу повітря в закритому просторі, яка безпосередньо впливає на стан здоров'я населення, рівень захворюваності, комфорт і працездатність людини. На відміну від атмосферного повітря, яке частково самоочищається за рахунок природних процесів, повітря в середині будівель формується переважно під впливом людської діяльності: використання побутової хімії, особливостей вентиляції, нагрівальних приладів, матеріалів внутрішнього оздоблення та наявності джерел біологічного походження [14].

Визначення якості внутрішнього повітря включає в себе оцінку концентрацій низки потенційно небезпечних забруднювачів, що мають профілактичне значення для зниження захворюваності населення. До найбільш поширених з них належать: діоксид вуглецю (CO_2), формальдегід, леткі органічні сполуки (ЛОС), пилові частинки різного діаметру (зокрема $\text{PM}_{2.5}$ і PM_{10}), оксиди азоту, озон, радон, а також біологічні агенти – пліснява, бактерії, грибки, пилові кліщі та алергени [15, 16]. Частина цих речовин надходить із зовнішнього середовища, але більшість генерується

всередині житла під час приготування їжі, прибирання, використання дезінфікуючих засобів або горіння палива.

Згідно з дослідженнями, сучасна людина проводить до 85–90 % часу в приміщеннях, зокрема в житлових [17]. Через тривалу експозицію навіть відносно низькі концентрації забруднювачів можуть призводити до погіршення здоров'я населення та зростання рівня захворюваності. Одним із проявів такого впливу є синдром «хворої будівлі». Термін «синдром хворої будівлі» (англ. Sick Building Sindrom, SBS) вперше запропонувала ВООЗ у середині минулого століття. Це гострі порушення стану здоров'я та дискомфорт, що виникають у конкретному приміщенні та майже повністю зникають після виходу з нього. Тобто, синдром «хворої будівлі» – це розлади здоров'я людини, що виникають в окремій будівлі та обумовлені впливом внутрішньо-житлового середовища та пов'язані з незадовільною якістю повітря в приміщеннях. У 1984 р. у звіті ВООЗ зазначалося, що близько 30 % будівель у всьому світі можуть бути причиною скарг на самопочуття. SBS проявляється у вигляді: головного болю, нежитю, швидкої втомлюваності, тривалої загальної слабкості, порушення сну, схильності до ураження верхніх дихальних шляхів, подразнення слизових оболонок, шкірних покривів та навіть болю у м'язах чи лихоманці [18-21].

Також доведено зв'язок між низькою якістю повітря та розвитком або загостренням хронічних респіраторних захворювань, алергій, серцево-судинних порушень, когнітивного дискомфорту тощо [22].

Низька якість повітря в житлових приміщеннях становить серйозну небезпеку для здоров'я вразливих груп населення – дітей, літніх людей, осіб із хронічними хворобами, а також вагітних жінок. Уразливість цих категорій обумовлює вищий ризик розвитку захворювань, спричинених впливом хімічних забруднювачів повітря [23].

Особливо високим є рівень захворюваності серед дітей, які є найчутливішою групою до впливу токсичних агентів як у зовнішньому середовищі, так і в житлових приміщеннях. Їхня підвищена чутливість до

забруднювачів обумовлена сукупністю фізіологічних, біохімічних, поведінкових та соціальних факторів. Зокрема, вища частота дихання, більша площа поверхні легень на одиницю маси тіла та інтенсивна фізична активність сприяють більшому інгаляційному навантаженню, що може спричинити респіраторні та загальнотоксичні ефекти на здоров'я [24, 25].

Додатковим чинником, що збільшує ризик захворювань, є схильність дітей до орального та дермального контакту із забруднювачами – вони частіше торкаються поверхонь, тягнуть предмети до рота, що підвищує надходження токсичних речовин до організму. Фізіологічні дослідження підтверджують, що після вдихання однакових концентрацій певних хімічних речовин (наприклад, фурану), рівень цих речовин у крові дітей 6–14 років може перевищувати показники у дорослих у 1,5 рази. Це зумовлено відмінностями у метаболізмі, кровотоці, структурі органів дихання та загальною токсикокінетикою, що безпосередньо впливає на ступінь ушкодження здоров'я [26, 27].

Органи дітей – печінка, легені, мозок, серце, нирки – знаходяться в активній фазі розвитку, тому навіть низькі дози токсичних речовин можуть негативно впливати на їхню функцію, викликаючи гострі або хронічні захворювання. Дихальні шляхи дітей є вузькими, що підвищує ризик дихальної недостатності при впливі навіть помірних подразників. Особливо небезпечним це є для дітей із наявними захворюваннями органів дихання чи серцево-судинної системи.

Розвиток нервової системи також триває в дитячому віці. Нейротоксичні речовини, що проникають у дитячий організм у критичні періоди розвитку мозку, можуть викликати неврологічні захворювання, зниження когнітивних функцій, підвищення ризику розладів аутистичного спектру.

Імунна система дитини є незрілою, тому забруднювачі повітря можуть викликати порушення імунної регуляції, що проявляється у вигляді інфекційних, алергічних, аутоімунних та навіть онкологічних захворювань.

Ступінь ураження залежить від етапу розвитку імунної системи, на якому відбувається контакт із токсичними речовинами.

Згідно з результатами численних досліджень, постійний контакт дітей із забруднюючими речовинами в повітрі житлових приміщень асоціюється з підвищеним ризиком формування тяжких хронічних хвороб, включаючи респіраторні патології, серцево-судинні порушення, неврологічні розлади, цукровий діабет, а також зростанням загального рівня захворюваності серед дитячого населення. До найпоширеніших респіраторних захворювань, пов'язаних із забрудненням повітря, належать інфекції верхніх дихальних шляхів, середній отит та алергічні стани [28].

Крім прямих впливів на здоров'я, якість повітря в приміщенні має значення для загального самопочуття, рівня енергії, здатності до концентрації, якості сну та психологічного стану людини. Доведено, що навіть помірне перевищення нормативного рівня CO₂ або ЛОС може знижувати продуктивність праці та спричиняти підвищений рівень стресу [29].

1.2. Загрози для здоров'я населення, пов'язані з основними джерелами забруднення повітря в житлових приміщеннях

Повітря всередині приміщень зазвичай містить складну комбінацію твердих частинок і різноманітних газоподібних речовин, які можуть становити потенційну загрозу для здоров'я населення. Його хімічний і фізичний склад значною мірою залежить від характеру джерел забруднення, обсягів емісій, способів використання приміщення, а також ефективності вентиляції та мікрокліматичних умов. Накопичення небезпечних речовин у повітрі житлових приміщень може призводити до погіршення самопочуття мешканців, підвищення рівня захворюваності, особливо серед чутливих груп населення. Ураження можуть проявлятися як у формі гострих реакцій (подразнення слизових оболонок, алергії), так і хронічних захворювань (бронхіальна астма, серцево-судинні порушення, онкологічні процеси тощо).

У зв'язку з цим, для профілактики захворювань, пов'язаних із впливом забрудненого повітря, надзвичайно важливо вчасно ідентифікувати основні джерела хімічного, біологічного чи фізичного забруднення. У таблиці 1.2.1 представлено основні джерела поширених забруднювачів та їхній вплив на здоров'я людини.

Забруднення повітря в приміщеннях формується як під впливом внутрішніх, так і зовнішніх джерел. Зовнішні джерела, у свою чергу, поділяються на антропогенні (транспорт, промислові підприємства) та природні (пилові бурі, ерозія ґрунтів, пилок). Забруднення, що надходять з атмосфери, є важливим чинником, який безпосередньо впливає на хімічний склад повітря в житлових приміщеннях та, як наслідок, на рівень захворюваності населення, особливо серед вразливих груп [30, 31].

Таблиця 1.2.1

Поширені забруднювачі повітря житлових приміщень та їхній вплив на здоров'я людини

Забруднюючі речовини	Джерела	Вплив на здоров'я
PM	Зовнішнє середовище, приготування їжі, спалювання (запалювання свічок, використання, обігрівачів, печей, камінів і димоходів, куріння сигарет), прибирання	Передчасна смерть у людей із захворюваннями серця або легенів, нефатальні серцеві напади, нерегулярне серцебиття, загострення астми, зниження функції легенів, посилення респіраторних симптомів
ЛОС	Фарби, морилки, лаки, розчинники, пестициди, клеї, консерванти для деревини, віск, поліролі, миючі засоби, мастила, герметики, барвники, освіжувачі повітря, паливо, пластмаси, копіювальні машини, принтери, тютюнові вироби, парфуми, хімічистка одягу, будівельні матеріали та меблі	Подразнення очей, носа та горла, головні болі, втрата координації та нудота, ураження печінки, нирок і центральної нервової системи, деякі органічні речовини можуть викликати рак
NO ₂	Прилади для приготування їжі та опалення, що працюють на газу	Посилення астматичних реакцій. Пошкодження органів дихання, що призводить до респіраторних симптомів
O ₃	Зовнішні джерела, фотокопіювальні, очисні, дезінфікуючі пристрої	Пошкодження ДНК, пошкодження легенів, астма, зниження дихальних функцій
SO ₂	Кухонні плити; каміни; вуличне повітря	Порушення дихальної функції. Астма, ХОЗЛ, серцево-судинні захворювання

Продовження таблиці 1.2.1

CO _x	Кухонні плити; куріння тютюну; каміни; генератори та інше обладнання, що працює на бензині; вуличне повітря	Втома, біль у грудях, погіршення зору, зниження функції мозку
Важкі метали Pb, Cd, Zn, Cu, Cr, As, Ni, Hg, Mn, Fe	Зовнішні джерела, продукти споживання палива, пахощі, куріння та будівельні матеріали	Ракові захворювання, ураження мозку, мутагенна та канцерогенна дія, респіраторні та серцево-судинні захворювання нерідко з летальним
Аерозолі	Тютюновий дим, будівельні матеріали, споживчі товари, спалювання пахощів, прибирання та приготування їжі	Серцево-судинні захворювання, респіраторні захворювання, алергія, рак легенів, роздратування та дискомфорт
Радон (Rn)	Грунтовий газ, будівельні матеріали та водопровідна вода, зовнішнє повітря	Рак легенів
Пестициди	Термітициди, інсектициди, родентициди, фунгіциди, дезінфікуючі засоби та гербіциди Будівельні матеріали: килим, текстиль, м'які меблі Зовнішнє середовище	Подразнення очей, носа та горла; ураження центральної нервової системи і нирок, підвищений ризик раку
Біологічні алергени	Домашній пил, домашні тварини, таргани, цвіль/вогкість, пилок тварин, комах, кліщів і рослин	Астма та алергія, респіраторні інфекції, сенсibiliзація, респіраторні алергічні захворювання та хрипи
Мікроорганізми	Бактерії, віруси та гриби переносяться людьми, тваринами, ґрунтом і рослинами	Лихоманка, проблеми з травленням, інфекційні захворювання, хронічні респіраторні захворювання

Рівень забруднення атмосферного повітря, а отже й ризик погіршення здоров'я, може різко зростати у випадках аварійних ситуацій, пожеж на промислових або побутових об'єктах, а також внаслідок несанкціонованих викидів. Небезпеку становить і транскордонне перенесення токсичних речовин з інших регіонів, що ускладнює контроль над якістю повітря в містах. Особливо небезпечним для здоров'я є вплив автотранспорту, який функціонує безпосередньо в місцях проживання населення. Викиди автотранспорту формуються на рівні дихальних шляхів людини та містять дрібнодисперсні частки (PM2.5, PM10), діоксиди азоту, бензол, формальдегід, що асоціюються зі зростанням частоти бронхіальної астми, алергічних ринітів, онкопатології та серцево-судинних уражень [33, 34].

Попри модернізацію автомобільного парку та впровадження очисних систем, рівень токсичного навантаження на організм людини залишається високим, особливо в умовах щільної міської забудови. Частина транспортних забруднювачів осідає на поверхнях будівель, доріг і предметів, звідки згодом може повторно надходити до внутрішнього повітря приміщень, сприяючи накопиченню небезпечних речовин в організмі та підвищуючи ризик розвитку захворювань [35].

Крім того, розміщення об'єктів комерційного та адміністративного призначення (магазинів, кафе, салонів побутового обслуговування тощо) на перших і цокольних поверхах житлових будівель може бути додатковим джерелом хімічних речовин і неприємних запахів, які проникають у житлові приміщення. Це, своєю чергою, негативно позначається на самопочутті мешканців, спричиняючи головний біль, алергічні реакції, подразнення дихальних шляхів [36].

Серед поширених хімічних забруднювачів зовнішнього походження особливу увагу привертає формальдегід – токсична летка органічна сполука, яка виявляє сильну подразнювальну, алергенну і канцерогенну дію. При вдиханні або тривалому впливі він може спричиняти респіраторні розлади, алергії, ушкодження слизових оболонок та органів зору. Основними

джерелами надходження формальдегіду до атмосферного повітря міст є автотранспорт, особливо той, що працює на природному газі. Високі концентрації цієї речовини фіксуються в місцях інтенсивного транспортного потоку – поблизу світлофорів, зупинок громадського транспорту та перехресть [37].

Серед природних джерел хімічного забруднення житлових приміщень значну роль відіграє ґрунтовий пил, особливо в зонах з високим рівнем урбанізації, недостатнім озелененням та низьким рівнем благоустрою. У посушливу погоду пил піднімається в повітря внаслідок вітру або механічного впливу транспорту, утворюючи дрібнодисперсні аерозолі, які можуть містити важкі метали, залишки пестицидів, органічні забруднювачі [38].

Пил становить серйозну гігієнічну та епідеміологічну небезпеку, адже його присутність у повітрі погіршує санітарно-гігієнічні умови приміщень і може призводити до респіраторних інфекцій, алергічних проявів, захворювань серцево-судинної системи. Ступінь впливу пилу залежить від його хімічного складу, походження (органічне, неорганічне, змішане), форми та розмірів частинок, а також здатності до розчинення у воді, жирах чи кислотах. За розміром частинок пил класифікується на: видимий (10–100 мкм); мікроскопічний (0,25–10 мкм); субмікроскопічний (менше 0,25 мкм). Найнебезпечнішими для здоров'я людини визнано дрібнодисперсні частинки розміром менше 2,5 мкм (PM_{2.5}). Завдяки малому розміру вони здатні проникати глибоко в дихальні шляхи, досягати альвеол і навіть потрапляти у кровоносне русло, провокуючи хронічні запалення судин, загострення бронхіальної астми, ХОЗЛ, ішемічної хвороби серця, інсультів і онкопатологій [39, 40, 41].

ВООЗ встановила гранично допустиму концентрацію PM_{2.5} на рівні 25 мкг/м³ (середньодобове значення). Перевищення цього рівня вважається небезпечним для здоров'я, особливо для дітей, людей похилого віку та осіб з хронічними захворюваннями. У таких випадках рекомендовано оперативно

вживати заходів: проводити лабораторну діагностику, впроваджувати очисні фільтри, покращувати вентиляцію та герметичність вікон і зменшувати вплив зовнішніх джерел забруднення.

Крім того, на рівні держави застосовуються нормативи оцінки якості атмосферного повітря, розроблені в Україні, країнах ЄС, США, а також за рекомендаціями ВООЗ (табл. 1.2). Ці нормативи є основою для гігієнічного моніторингу та управління ризиками для здоров'я населення у житлових будівлях.

Таблиця 1.2.2

Типові концентрації основних забруднювачів повітря в приміщеннях за різними нормативами

Забруднювач	Україна [А]*	Європейський Союз [Б]*	ВООЗ [В]*	США [Г]*
Тверді частки (ТЧ2.5)	150 мкг/м ³ (добове середнє значення)	—	10 мкг/м ³ (річне середнє) 25 мкг/м ³ (добове середнє)	15 мкг/м ³ (річне середнє) 35 мкг/м ³ (24-годинне середнє)
Тверді частки (ТЧ10)	150 мкг/м ³ (добове середнє значення)	20 мкг/м ³ (річне середнє) 50 мкг/м ³ (не більше 3 перевищень на рік)	20 мкг/м ³ (річне середнє) 50 мкг/м ³ (добове середнє)	150 мкг/м ³ (24-годинне середнє значення)
Формальдегід	3 мкг/м ³ (добове середнє)	10 мкг/м ³ (тимчасовий норматив для житлових і громадських приміщень, усереднення за 20 хвилин)	—	100 мкг/м ³ (усереднення за 30 хвилин)

Примітки:

1. [А] – ДСП 201-97 "Державні санітарні правила охорони атмосферного повітря населених місць від забруднення хімічними і біологічними речовинами".
2. [Б] – Норми Європейського Союзу щодо якості атмосферного повітря.
3. [В] – Рекомендації ВООЗ щодо якості повітря (оновлені глобальні дані 2005 року).
4. [Г] – National Ambient Air Quality Standards (NAAQS) США (epa.gov/air/criteria.html).

До основних внутрішніх джерел хімічного забруднення повітря в житлових приміщеннях належать будівельні та оздоблювальні матеріали, меблі, тютюнопаління, а також використання побутової хімії – мийних засобів, освіжувачів повітря, поліролів, дезінфектантів тощо. Ці джерела можуть як постійно, так і періодично виділяти в повітря ЛОС, формальдегід, бензол, толуол, фталати та інші хімічні речовини, що є потенційно токсичними та небезпечними для здоров'я. Їхнє накопичення у внутрішньому середовищі може провокувати головний біль, подразнення слизових оболонок, алергічні реакції, бронхолегеневі захворювання, а за тривалого впливу – навіть онкологічні процеси.

Варто також зазначити, що самі мешканці виступають джерелами деяких хімічних забруднювачів. Внаслідок метаболічних процесів організму та використання засобів особистої гігієни (парфумерії, косметики, дезодорантів) у повітря вивільняються ароматизовані сполуки, аерозолі та інші леткі хімічні речовини. Побутова діяльність – приготування їжі, прання, прасування, використання побутової техніки – також супроводжується викидами, які можуть негативно впливати на мікроклімат приміщення та спричиняти респіраторні та шкірні захворювання [42].

Додаткову небезпеку становлять біологічні забруднювачі – пліснява, бактерії, віруси, пилок, які присутні у повітряному середовищі. Вони можуть

викликати патологічні стани внаслідок інфекційного, токсичного чи алергічного впливу, зокрема – грибкові ураження, бронхіальну астму, хронічний риніт. Проте, серед усіх внутрішніх джерел хімічного забруднення найвагомішу роль відіграють будівельні та оздоблювальні матеріали, адже вони є стійким джерелом шкідливих речовин.

Вплив будівельних та оздоблювальних матеріалів. Сучасна будівельна індустрія дедалі більше застосовує синтетичні полімери, смоли, клеї, пластифікатори, що значно підвищує хімічне навантаження на повітряне середовище житла [43, 44, 45].

Хоча хімічна модифікація матеріалів покращує їхню міцність, теплоізоляційні та декоративні властивості, вона водночас сприяє вивільненню великої кількості летких речовин. У процесі старіння або руйнування таких матеріалів у повітря потрапляють формальдегід, фенол, стирол, вінілхлорид, ацетон, ароматичні та аліфатичні сполуки, які є нейротоксичними, імунодеструктивними або канцерогенними [46].

Небезпеку становить не лише наявність окремих хімічних агентів, а й їхній комбінований ефект. У закритому просторі хімічні речовини можуть взаємодіяти між собою, утворюючи небезпечні суміші з посиленою токсичністю. Особливо загрозливим це стає в умовах обмеженого повітрообміну, притаманного сучасним енергоощадним будівлям. Це може викликати синдром «хворої будівлі», що проявляється хронічною втомою, головним болем, запамороченням, алергіями та іншими розладами здоров'я мешканців [40].

У таблиці 1.3 наведено перелік будівельних та оздоблювальних матеріалів, які в процесі експлуатації є джерелами потенційно шкідливих викидів.

Таблиця 1.2.3

Будівельні та оздоблювальні матеріали як пріоритетні джерела хімічного забруднення повітря в житлових приміщеннях та їхній вплив на здоров'я

Тип матеріалу	Приклади	Основні хімічні забруднювачі	Потенційний вплив на здоров'я
Деревостружкові матеріали	ДСП, МДФ, фанера з формальдегідним і смолами	Формальдегід, фенол	Подразнення очей, дихальних шляхів, канцерогенна дія
Полімерні покриття для підлоги	ПВХ-плитка, лінолеум, ламінат	Фталати, стирол, вінілхлорид	Гормональні порушення, токсичність для репродуктивної системи
Теплоізоляційні матеріали	Пінополістирол, пінопласт, мінеральна вата	Стирол, бромовані антипірени, формальдегід	Нейротоксичність, подразнення шкіри, ризик раку
Фарби, лаки, емалі	Акрилові, алкідні, поліуретанові фарби	Толуол, ксилол, бензол, акрилати	Запаморочення, головний біль, порушення ЦНС, гепатотоксичність
Клеї та герметики	Будівельні клеї, монтажна піна, силікони	Ізоціанати, формальдегід, розчинники	Астма, алергії, подразнення дихальних шляхів
Шпалери, оздоблювальні плівки	Вінілові шпалери, декоративні покриття	Пластифікатори, леткі органічні сполуки	Алергічні реакції, погіршення якості повітря
Текстильні вироби для інтер'єру	Килими, гардини, оббивка меблів зі штучних матеріалів	Пестициди, антипірени, ПАР, формальдегід	Сенсибілізація, ендокринні порушення, подразнення шкіри

Серед них варто виділити: деревостружкові плити, що містять формальдегід, покриття на основі ПВХ (лінолеум, плитка), синтетичні утеплювачі (пінополістирол, пінопласт), фарби, лаки, клеї, шпалери, текстиль, оброблені хімічними речовинами. Ці матеріали можуть бути джерелами формальдегіду, бензолу, ксилолу, фталатів, акрилатів, що зумовлюють подразнення слизових оболонок, алергічні реакції, зниження когнітивних функцій, гормональні порушення та ризик розвитку злоякісних новоутворень.

Виділення хімічних сполук людиною. У процесі життєдіяльності людина постійно виділяє в навколишнє середовище продукти обміну речовин. Повітря, яке видихається, окрім кисню, азоту, вуглекислого газу та водяної пари, містить понад сотню летких органічних сполук, що хоч і виявляються в незначних кількостях, можуть мати токсичний вплив на здоров'я людини. Такі речовини отримали назву антропотоксинів. Дослідження ще середини ХХ століття засвідчили, що погіршення самопочуття людей у приміщеннях часто пов'язували виключно з підвищеним вмістом CO₂.

Проте подальші дослідження довели, що симптоми погіршення самопочуття виникають ще до досягнення критичного рівня CO₂, що свідчить про вплив інших, менш помітних, але токсичних речовин.

Серед показників забруднення повітря продуктами життєдіяльності найчастіше використовують концентрації вуглекислого газу, аміаку та деяких органічних сполук. Їхній рівень прямо залежить від кількості людей у приміщенні та тривалості їхнього перебування [47].

Доведено, що людина може виділяти до 400 різних хімічних речовин, серед яких органічні кислоти, кетони, спирти, феноли, жирні кислоти, а також аміни та аміак. Їхнє накопичення в повітрі може спричиняти дискомфорт, зниження працездатності та підвищення ризику захворюваності на респіраторні та алергічні хвороби. Накопичення зазначених сполук у повітрі житлових приміщень створює потенційну загрозу для здоров'я

мешканців, особливо для дітей, людей похилого віку та осіб з хронічними захворюваннями [48].

Куріння. Особливої уваги заслуговує куріння тютюну як фактор хімічного навантаження на повітря. Наприклад, спалювання лише трьох сигарет може підвищити концентрацію формальдегіду в повітрі приміщення на 42 %. У димі однієї сигарети міститься близько 0,035 мг/м³ формальдегіду, що підсилює загрозу для здоров'я мешканців, особливо за умов недостатньої вентиляції [50].

Горіння побутового газу. Кухня є одним із найбільш забруднених приміщень у домі, адже процес приготування їжі на газовій плиті супроводжується виділенням шкідливих газів. Газові плити, гасові нагрівачі, опалювальні прилади на портативних балонах або неякісно обслуговані котли можуть бути джерелом високих концентрацій оксидів азоту, вуглецю та сірки.

При горінні побутового газу в повітрі виявляються такі речовини:

- оксид вуглецю – у середньому 15 мг/м³,
- формальдегід – 0,037 мг/м³,
- оксид азоту – 0,62 мг/м³,
- діоксид азоту – 0,44 мг/м³,
- бензол – 0,07 мг/м³.

Температура повітря при цьому може підвищуватися на 3–6°C, а вологість – на 10–15 %. Ці забруднення поширюються не лише на кухню, а й на інші приміщення. Навіть після вимкнення плити концентрація шкідливих речовин залишається підвищеною протягом 1,5–2,5 годин. Доведено, що при безперервній роботі газової плити понад 2 години та використанні кількох пальників, рівень оксидів у приміщенні зростає вдвічі. Також при приготуванні їжі утворюються інші токсичні сполуки, включаючи канцерогени, що негативно впливають на здоров'я мешканців та можуть сприяти зростанню захворюваності на хвороби органів дихання.

Кімнатний пил. У повітрі приміщень завжди присутній побутовий пил, до складу якого входять переважно мінеральні частинки. Токсичні речовини з повітря можуть адсорбуватися на цих частинках і залишатися в приміщенні у формі аерозолів. Кімнатний пил є відомим фактором ризику розвитку астми, алергії, риніту та кон'юнктивіту. В умовах герметичних приміщень його кількість зростає, оскільки відсутність природної вентиляції перешкоджає його ефективному видаленню, що також загрожує здоров'ю людини [50].

Таким чином, за результатами попередніх досліджень встановлено, що повітря житлових приміщень формується під впливом багатьох факторів, що мають антропогенну природу.

Спектр хімічних речовин у складі повітря житлових приміщень вкрай різноманітний, проте серед маркерних забруднювачів повітря всередині приміщень особливу увагу привертають: оксид вуглецю, формальдегід, фенол, оксид азоту, бензол та деякі інші речовини.

Сьогодні не існують офіційні норми якості повітря житлових приміщень, проте орієнтиром якості повітря залишаються безпечні для людини концентрації хімічних сполук та пилу у складі повітря, а також показники температури й вологості повітря, які мають важливе значення для збереження здоров'я населення та профілактики захворюваності.

1.3. Особливості формування функціональних та органічних порушень органів та систем людини під впливом хімічних забруднювачів у складі повітря житлових та громадських приміщень

Ступінь та напрям дії летких хімічних речовин, які можуть виділятися з будівельних, оздоблювальних матеріалів та меблевої продукції, є надзвичайно важливим фактором, що безпосередньо впливає на здоров'я населення та рівень загальної захворюваності. Це питання набуває особливої актуальності у містах з високим рівнем урбанізації, де концентрація забруднювальних речовин у повітрі приміщень може перевищувати допустимі норми у кілька разів. Багато сучасних матеріалів, які використовуються у житловому та громадському будівництві, містять хімічні сполуки, що мають здатність до випаровування та інгаляційного проникнення в організм людини [33, 34].

До таких небезпечних речовин належать формальдегід, стирол, толуол, дибутилфталат, бутиловий спирт, фенол, хлористий водень та інші. Встановлено, що інгаляційний контакт з цими речовинами може викликати подразнення слизових оболонок очей, носа, глотки та верхніх дихальних шляхів, а також спричинити розвиток запальних процесів у легенях. Ці наслідки підтверджуються результатами численних епідеміологічних та токсикологічних досліджень, які засвідчують негативний вплив таких сполук навіть при відносно короткотривалому впливі.

Формальдегід, зокрема, відзначається високою токсичністю та здатністю викликати респіраторні симптоми, серед яких – сухий кашель, утруднене дихання, підвищена чутливість дихальних шляхів до подразників. Дослідження показують, що при дії формальдегіду можуть знижуватись показники функціональної активності легень, такі як форсована життєва ємність легень (FVC), об'єм форсованого видиху за першу секунду (FEV1) та їхнє співвідношення (FEV1/FVC). Це безпосередньо впливає на якість життя, підвищує ризик розвитку хронічних захворювань органів дихання, зокрема бронхіальної астми та хронічного бронхіту [50].

Особливу небезпеку такі речовини становлять для вразливих груп населення – дітей, підлітків з уже наявними захворюваннями дихальної системи, таких як астма, а також для вагітних жінок, у яких на фоні гормональних змін спостерігається підвищена алергічна реактивність. Встановлено, що дія формальдегіду може також бути пов'язана з розвитком atopічного дерматиту в дітей, що ще раз підтверджує необхідність моніторингу рівня його концентрації в житлових приміщеннях [23, 25].

Іншою шкідливою сполукою є діоксид сірки, який при високих концентраціях у повітрі викликає бронхоконстрикцію та запалення дихальних шляхів. Це веде до збільшення кількості звернень по медичну допомогу, зокрема під час сезонних загострень респіраторних захворювань, та зростання числа госпіталізацій. Подібний ефект спостерігається і при впливі метилметакрилату, що зумовлює появу задишки, тиску в грудях і зниження пікового експіраторного потоку – важливого показника бронхіальної прохідності.

Фталати, зокрема дибутилфталат і діоктилфталат, що широко застосовуються у виробництві ПВХ-матеріалів, клеїв, лаків та м'яких пластиків, також мають сенсibiliзуючий ефект. Їхній тривалий вплив може спричинити розвиток алергічних реакцій та легких форм дерматиту, що, у свою чергу, формує додаткове навантаження на систему охорони здоров'я [23, 52].

Варто також звернути увагу на можливі наслідки для нервової системи. Зокрема, толуол, при тривалому впливі, здатен викликати розвиток поліневритів, вегетативних розладів, неврастенічного синдрому та навіть функціональні зміни у центральній нервовій системі. Аналогічні ефекти можуть спостерігатися при інгаляційному контакті з іншими леткими сполуками – діоктилфталатом, стиролом, капролактамом – які спричиняють симптоми нейротоксичної дії, включаючи головний біль, дратівливість, сонливість, розлади концентрації та сну [52].

Хронічна експозиція до толуолу, крім впливу на нервову систему, демонструє здатність викликати ендокринні розлади. Зокрема, описано пригнічення функції надниркових залоз, що призводить до зниження продукції кортикостероїдів, а також порушення у функціонуванні щитовидної залози – зокрема, гіпотиреоз або субклінічні форми тиреоїдних дисфункцій. Це, у свою чергу, може впливати на метаболічні процеси, психоемоційний стан та серцево-судинне здоров'я.

Окрім того, є наукові докази того, що деякі хімічні речовини можуть негативно впливати на систему крові. Зокрема, у людей, які піддавались тривалому впливу формальдегіду, фіксувалося зниження показників гемоглобіну, еритроцитів, лейкоцитів та тромбоцитів. Це може свідчити про розвиток хронічних гематологічних порушень, які особливо небезпечні в умовах тривалого перебування в приміщеннях із забрудненим повітрям [53].

Результати експериментальних і клінічних досліджень чітко засвідчують, що хронічний вплив хімічних забруднювачів повітря у приміщеннях, зокрема тих, які виділяються з будівельних матеріалів, меблів і оздоблювальної продукції, має здатність негативно впливати на імунну систему людини. Одним із найбільш тривожних висновків є встановлений комбінований вплив формальдегіду та фенолу, які викликають зниження загального рівня Т-лімфоцитів – ключових клітин клітинної імунної відповіді, що є першою лінією захисту організму від вірусів, бактерій та атипівих клітин. Крім того, спостерігалось зниження активності нейтрофільних фагоцитів – клітин, відповідальних за знищення патогенів, а також порушення балансу між Т-хелперами та В-клітинами, що є ознакою системного імунного дисбалансу [54].

Додатково, у дослідженнях за участю тварин і людей, які зазнавали дії стиролу, виявлено пригнічення фагоцитарної активності макрофагів та зміни в секреції імуномодуючих цитокінів, таких як інтерлейкіни й фактори некрозу пухлин. Це свідчить про те, що хронічна дія стиролу може сприяти

розвитку імунозалежних патологій, включаючи аутоімунні порушення, хронічні інфекції та алергічні реакції [51].

Крім того, тривалий контакт із вінілацетатом, який використовується у виробництві клеїв, лакофарбових матеріалів і полімерів, може негативно впливати на серцево-судинну систему. Встановлено, що у піддослідних тварин та працівників виробництв, які мали контакт з вінілацетатом, фіксувалися зміни ритму серця, зокрема розвиток синусової брадикардії або тахікардії, що свідчить про потенційно небезпечний вплив на вегетативну регуляцію серцевої діяльності [36].

Наукові дані також підтверджують, що низка хімічних речовин, що входять до складу сучасних будівельних матеріалів, мають здатність порушувати критично важливі фізіологічні процеси. Зокрема, згідно з біохімічними дослідженнями, інгаляційне надходження гексаметилендіаміну спричиняє дисфункцію енергетичного обміну в міокарді. Виявлено зниження рівня аденозинтрифосфату (АТФ) – основного джерела енергії для серцевого м'яза, що супроводжується зменшенням енергетичного заряду клітин та підвищенням ризику серцево-судинних ускладнень, таких як аритмії та серцева недостатність [52].

Експозиція до ізопропілового спирту також викликає занепокоєння. Деякі дослідження вказують на його здатність порушувати регуляцію артеріального тиску та частоти серцевих скорочень, що може проявлятися у вигляді гіпертонії або гіпотонії, тахікардії, порушення серцевого ритму, а також загального зниження толерантності до фізичних навантажень.

Хронічний вплив фенолу пов'язується не лише з алергічними реакціями, а й з підвищеним ризиком розвитку ішемічної хвороби серця, особливо серед працівників промислових підприємств, які тривалий час перебувають у контакті з фенольними сполуками. Крім того, як фенол, так і стирол чинять шкідливу дію на печінку та шлунково-кишковий тракт. Фіксуються зміни активності печінкових ферментів, порушення травлення,

функціональні розлади кишківника, що може свідчити про їхню гепатотоксичність та загальний системний вплив на організм [43].

Окреме занепокоєння викликає потенційний вплив летких хімічних речовин, що виділяються з будівельних і оздоблювальних матеріалів, на репродуктивне здоров'я людини. Згідно з численними епідеміологічними дослідженнями, тривале перебування в житлових приміщеннях з підвищеним рівнем хімічного забруднення повітря, особливо формальдегідом, пов'язується з порушеннями функцій репродуктивної системи. У жінок, які проживали в умовах високої концентрації формальдегіду в повітрі, фіксувалися порушення менструального циклу, включаючи нерегулярність овуляцій, затримки менструацій та зниження фертильності. Такий вплив є особливо небезпечним у репродуктивному віці та під час вагітності, оскільки формальдегід має здатність проникати через плацентарний бар'єр і негативно впливати на розвиток ембріона [55].

Наукові експерименти на тваринах, а також спостереження за групами вагітних жінок, підтверджують, що вплив формальдегіду в ранні періоди гестації може призводити до затримки внутрішньоутробного розвитку, патологій формування органів, а в окремих випадках – до спонтанних абортів або передчасних пологів. Також було виявлено, що фталати – речовини, які широко застосовуються у виробництві пластику, клеїв та інших побутових виробів – чинять негативний вплив на чоловічу фертильність. Їхній вплив асоціюється зі зниженням рухливості та морфологічної якості сперматозоїдів, порушенням гормонального балансу, а також підвищеним ризиком розвитку гінекологічних захворювань у жінок, включаючи ендометріоз та полікістоз яєчників [52].

Особливу увагу фахівців викликає встановлений зв'язок між високим вмістом ЛОС органічних сполук у повітрі житлових приміщень та підвищеною частотою вроджених вад розвитку у новонароджених. Наприклад, у районах з підвищеним рівнем забруднення повітря формальдегідом, стиролом і фталатами частіше реєструються випадки

гіпоспадії – вродженої аномалії розвитку сечостатевої системи в хлопчиків. Ці факти свідчать про тератогенний вплив хімічних речовин та актуальність інтеграції заходів з контролю повітря в систему профілактики репродуктивної патології. Низка досліджень також підтверджує канцерогенний потенціал таких речовин, як формальдегід, який, за класифікацією Міжнародного агентства з вивчення раку (IARC), віднесений до групи 1 – речовин, що доведено викликають рак у людей. Хронічний вплив формальдегіду асоціюється з підвищеним ризиком розвитку назофарингеального раку, раку легень, а також лімфом і мієлом. Його мутагенна дія виявляється через хромосомні аберації та інші генетичні зміни, особливо у дітей, які мешкають у житлових приміщеннях із забрудненим повітрям [52].

Подібні ефекти фіксуються також при тривалому впливові інших промислових речовин – зокрема вінілацетату, стиролу та епіхлоргідрину. Вони володіють вираженою мутагенністю, тератогенністю, а також імунотоксичністю, що може сприяти розвитку хронічних запальних захворювань, алергій, пригніченню імунної відповіді, а також формуванню злоякісних новоутворень [53].

Особливу стурбованість серед науковців і медичних фахівців викликає зростаюча кількість даних про вплив сучасних полімерних матеріалів, які широко використовуються у житловому будівництві, на здоров'я мешканців. Згідно з аналізом епідеміологічної ситуації у новозбудованих житлових комплексах, де використовувались деревинно-стружкові плити, поліефірні смоли, полівінілхлорид (ПВХ), було встановлено значне зростання скарг серед мешканців на характерні неприємні запахи, подразнення слизових оболонок очей та носа, а також головний біль і відчуття постійної втоми [51].

У порівнянні з контрольною групою, яка проживала у будинках із традиційних природних матеріалів, мешканці нових об'єктів мали приблизно у 1,6 раза вищий рівень захворюваності на гострий риніт, грипоподібні симптоми, а також інші респіраторні хвороби. Це свідчить про наявність

хронічного хімічного навантаження на організм навіть при відсутності явної інтоксикації, що створює приховану, але тривалу загрозу для здоров'я населення, особливо дітей, людей похилого віку та осіб з хронічними захворюваннями. Епідеміологічні спостереження засвідчують, що вплив хімічних речовин, які виділяються з будівельних і меблевих матеріалів, корелює зі зростанням захворюваності на бронхіальну астму, обструктивні бронхіти, хронічні риніти та інші захворювання дихальної системи. Особливо вразливою групою є діти, серед яких відзначено збільшення кількості діагнозів бронхіальної астми за умов підвищеного вмісту формальдегіду в повітрі житла. Також виявлено зв'язок між підвищеною концентрацією толуолу, бензолу, дихлорбензолу в повітрі та зростанням частоти випадків обструктивного бронхіту та екземи [55].

Крім того, наявність полімерних матеріалів у повітрі житлових приміщень пов'язується з погіршенням загального стану здоров'я дітей, зокрема, зі зростанням частки осіб, які належать до III–IV групи здоров'я. Переїзд у нові помешкання, використання лакофарбових засобів під час ремонту, а також встановлення нових меблів та оздоблювальних елементів зі штучних матеріалів виявилися чинниками, що підвищують ризик розвитку хронічної захворюваності серед підлітків до 1,6 раза [54].

Дослідження, проведені в новобудовах або нещодавно відремонтованих помешканнях, зафіксували прояви синдрому «хворої будівлі». Він проявляється у вигляді скарг мешканців на порушення сну, головний біль, подразнення очей та дихальних шляхів. Такі стани можуть свідчити про вплив комплексу летких органічних сполук на якість життя та функціональний стан організму, що вимагає посиленого моніторингу та профілактики на рівні системи громадського здоров'я [29, 38].

Сучасні епідеміологічні підходи до оцінки впливу шкідливих факторів навколишнього середовища на здоров'я населення все частіше базуються на застосуванні біомоніторингу, зокрема – виявленні маркерів експозиції та біомаркерів відповіді організму. Такі методи дозволяють з високим рівнем

надійності встановити причинно-наслідкові зв'язки між зовнішніми хімічними агентами та змінами у функціональному стані організму, що набуває особливого значення для профілактики захворюваності населення.

До маркерів експозиції належать концентрації специфічних речовин у біологічних середовищах (крові, сечі, видихуваному повітрі), які значно перевищують фонові рівні у групах контролю. Зокрема, в ході деяких досліджень було виявлено, що наявність бензолу, толуолу, ксилолів і фенолу в крові або сечі може служити надійним свідченням хімічного навантаження з довкілля.

Особливу увагу приділяють формальдегіду, який, незважаючи на свою присутність в організмі у незначних кількостях, за умов підвищеної експозиції здатен накопичуватись і розглядатися як біомаркер шкідливого впливу. Це важливо з урахуванням широкого використання полімерних матеріалів у побуті, які часто слугують джерелом його викиду в повітря житлових приміщень. У контексті імунної відповіді організму встановлено, що специфічний IgE до формальдегіду може виступати в ролі маркера ефекту, тобто ознаки впливу, який вже спричинив відповідь імунної системи. Така інформація має велике значення для оцінки ризиків для здоров'я населення, особливо в умовах тривалого перебування у забрудненому мікрокліматі [46].

Беручи до уваги той факт, що сучасна людина проводить до 80%, а в деяких випадках – до 100% добового часу у закритих приміщеннях, пріоритетним завданням стає гігієнічне нормування рівнів хімічного забруднення внутрішнього повітря. Це особливо стосується будівельних, оздоблювальних матеріалів та меблів, що містять полімери. Запровадження ефективної системи моніторингу, гігієнічної оцінки та обґрунтування безпечних рівнів хімічних речовин у внутрішньому середовищі житла є ключовим елементом стратегії охорони громадського здоров'я [53].

Таким чином, на підставі аналізу наукових джерел та результатів досліджень, встановлено, що якість повітря в житлових приміщеннях (Indoor

Air Quality, IAQ) є критично важливим чинником, що безпосередньо впливає не лише на індивідуальне самопочуття людини, а й на стан громадського здоров'я в цілому. IAQ визначається як сукупна характеристика хімічного, фізичного та біологічного складу повітря в закритому просторі, яка формує загальну екологічну безпеку житлового середовища. Висока якість внутрішнього повітря є запорукою збереження здоров'я населення, зниження рівня захворюваності, підвищення життєвого комфорту та соціальної ефективності.

Особливу тривогу викликає те, що на відміну від атмосферного повітря, яке має здатність до самоочищення внаслідок природних процесів (фотоліз, осадження, циркуляція), повітря в закритих приміщеннях зазнає постійного хімічного навантаження від джерел штучного походження. Це включає випаровування з оздоблювальних матеріалів, побутової хімії, джерел тепла, біоаерозолів тощо. У результаті формується своєрідний "хімічний коктейль", здатний спричиняти як негайні симптоми (головний біль, запаморочення, алергічні реакції), так і довгострокові наслідки (хронічні хвороби, зниження імунітету, нейротоксичні ефекти).

Проблема ускладнюється тим, що в Україні, як і в багатьох інших країнах, відсутні чітко встановлені державні регламенти щодо якості повітря у житлових приміщеннях, на відміну від виробничих середовищ, де існує система ГДК та гігієнічних нормативів. Це створює серйозну прогалину у забезпеченні профілактики масових неінфекційних захворювань, які становлять основне навантаження на систему охорони здоров'я.

Згідно з даними численних досліджень, організм людини щодня виділяє до 400 хімічних речовин, до яких приєднуються забруднення з побутових джерел. Відсутність належної вентиляції призводить до їхнього накопичення, що становить особливу загрозу для вразливих груп населення – дітей, літніх людей, вагітних жінок, осіб із хронічними захворюваннями. Вплив таких речовин, як формальдегід, фенол, чадний газ, сірководень, окис азоту, асоціюється з розвитком захворювань дихальної, серцево-судинної,

нервової та ендокринної систем, а також з підвищеним ризиком онкологічних патологій.

Наявність прямого причинно-наслідкового зв'язку між концентрацією токсичних сполук у повітрі житлових і громадських приміщень та виникненням органічних і функціональних розладів здоров'я підтверджує потребу в системному державному підході до цього питання. Погіршення ІAQ несе значне економічне та соціальне навантаження: збільшення витрат на медичну допомогу, втрати продуктивності, підвищення рівня інвалідності та смертності.

У цьому контексті моніторинг якості повітря у житлових приміщеннях має стати стратегічним інструментом у сфері громадського здоров'я. Систематичне спостереження, виявлення концентрацій шкідливих речовин, впровадження профілактичних заходів (вентиляційні системи, екологічна сертифікація матеріалів, регулювання побутової хімії) сприятиме значному зниженню ризиків для здоров'я населення. Особливо важливо забезпечити міжсекторальну взаємодію між закладами охорони здоров'я, центри контролю та профілактики захворювань, будівельною галуззю, місцевими громадами та органами влади.

Отже, поліпшення якості повітря у житловому середовищі повинно стати одним із ключових пріоритетів державної політики у сфері громадського здоров'я, спрямованої на збереження здоров'я нації, профілактику хронічних неінфекційних захворювань та створення безпечного та сприятливого середовища для життя українців.

РОЗДІЛ 2

РЕЗУЛЬТАТИ ОЦІНКИ ПОКАЗНИКІВ ЗДОРОВ'Я МЕШКАНЦІВ БАГАТОКВАРТИРНИХ БУДИНКІВ, ЩО ЗАЗНАЮТЬ ШКІДЛИВОГО ВПЛИВУ ЗАБРУДНЮВАЧІВ ПОВІТРЯ ЖИТЛОВИХ ПРИМІЩЕНЬ

2.1. Аналіз стану здоров'я мешканців багатоквартирних будинків м. Києва, що зазнають шкідливого впливу повітря за результатами анкетного методу дослідження

Зростаюча кількість звернень мешканців багатоквартирних будинків із скаргами на погіршення самопочуття, розвиток респіраторних та алергічних симптомів, порушення сну і концентрації уваги, обумовила необхідність проведення епідеміологічного обстеження. Така ситуація актуалізувала підозру на наявність негативного впливу хімічного складу повітря житлових приміщень – зокрема летких органічних сполук, які можуть мігрувати з будівельних матеріалів і предметів інтер'єру. З огляду на важливість ранньої ідентифікації екологічних ризиків у системі громадського здоров'я, було ініційовано анкетне опитування мешканців як інструмент первинного виявлення симптомів, потенційно пов'язаних із «синдромом хворої будівлі» (SBS). Мета цього етапу – виявити розповсюдженість типових скарг, оцінити ступінь їхньої вираженості та визначити чутливі групи населення, найбільш уразливі до впливу факторів житлового середовища.

Контингент дослідження. У дослідженні прийняли участь 100 осіб обох статей (жінок – 58 осіб; чоловіків – 21 особа), в тому числі діти віком до 14 років (21 особа). Усі особи були мешканцями 52 квартир, які мали скарги на якість повітря всередині їхніх осель. Дані про вікову та статеву структуру контингенту дослідження надано у таблицях 2.1.1 і 2.1.2.

Таблиця 2.1.1.

Статева та вікова структура населення (N = 100), що проживає в умовах
«хворої будівлі» та населення контрольних груп (N контроль = 50)

Категорія	Група	Всього	Вік, років	Чоловіки, %	Жінки, %
Дитяче населення	група спостереження	21	$8,7 \pm 1,2$	47,6 (n = 10)	52,3 (n = 11)
	група контролю	20	$7,7 \pm 1,1$	50,0 (n = 10)	50,0 (n = 10)
Доросле населення віком до 45 років	група спостереження	39	$30,2 \pm 2,7$	48,7 (n = 19)	51,2 (n = 20)
	група контролю	30	$34,6 \pm 3,9$	50,0 (n = 15)	50,0 (n = 15)
Доросле населення віком понад 45 років	група спостереження	40	$62,1 \pm 4,7$	27,5 (n = 11)	72,5 (n = 29)
	група контролю	В якості контролю використовували параметри фізіологічної норми			

Група контролю. Контрольну групу складали 50 осіб: 30 – дорослі особи обох статей і 20 дітей віком до 14-ти років включно, які проживали оселях, де не були зафіксовані відхилення у складі повітря, а самі мешканці не мали скарг на самопочуття та здоров'я.

Дослідна група – дорослі: особи міського населення, які жили в квартирах багатоквартирних будинків і мали скарги на якість повітря всередині осель і симптоми, які характерні для синдрому «хворої будівлі» (загальна стомлюваність, зниження працездатності, подразнення слизових та верхніх дихальних шляхів, загострення хронічних алергічних захворювань, захворювань дихальних шляхів та ін.). У осіб цієї групи не було професійного контакту з хімічними речовинами.

Таблиця 2.1.2.

Статева та вікова структура дітей ($n = 21$), що проживає в умовах «хворої будівлі» та дітей контрольних груп ($n = 20$)

Вік (років)	Група спостереження			Контрольна група		
	Всього (абс.)	Гендерний склад групи		Всього (абс.)	Гендерний склад групи	
		Дівчата, %	Хлопці, %		Дівчата, %	Хлопці, %
5-7	5	60,0 ($n = 3$)	40,0 ($n = 2$)	4	50,0 ($n = 2$)	50,0 ($n = 2$)
8-10	7	57,1 ($n = 4$)	42,8 ($n = 3$)	6	42,8 ($n = 3$)	42,8 ($n = 3$)
11-14	9	55,5 ($n = 5$)	45,5 ($n = 4$)	10	50,0 ($n = 5$)	50,0 ($n = 5$)
Всього:	21			20		

Дослідна група – діти: діти віком до 14 років, які проживали з батьками, що потрапили до дослідної дорослої групи.

Критерії виключення досліджуваних осіб. Критеріями виключення були: наявність гострих і тяжких хронічних захворювань, спадкових захворювань обміну речовин, генетичних захворювань.

При проведенні опитування дорослих мешканців житлових будинків була застосована «Анкета суб'єктивної оцінки умов проживання мешканців житлових приміщень, де застосовуються полімерні матеріали», яка містила 20 оціночних критеріїв. Їх перелік був складений на підставі досліджень, зроблених у попередній період різними дослідниками, що вивчали ознаки «хворої будівлі». Такі критерії передбачають не стільки симптоми та синдроми, скільки особисті відчуття, самооцінку власного фізичного стану. Структура анкети самооцінки здоров'я надана у таблиці 2.1.3.

Таблиця 2.1.3

Перелік запитань, що пропонувалися особам, які проживали в умовах
«хворої будівлі», для оцінки самопочуття та здоров'я

№ з/ п	Запитання	Варіанти відповіді	
		так	ні
1	Чи відчуваєте находячись вдома сторонній запах?	так	ні
2	Чи впливає запах всередині оселі на Ваше самопочуття в цілому?	так	ні
3	Чи впливає запах всередині оселі на Ваш фізичний стан в цілому?	так	ні
4	Чи відчуваєте Ви утруднене дихання в своїй оселі?	так	ні
5	Чи відмічаєте Ви сльозотечу, яку пов'язуєте з перебуванням вдома?	так	ні
6	Чи відмічаєте Ви останнім часом підвищену стомлюваність?	так	ні
7	Чи відмічаєте Ви останнім часом зниження працездатності?	так	ні
8	Чи з'явилися у Вас алергічні захворювання протягом останніх 12-ти місяців?	так	ні
9	Чи з'явилися у Вас захворювання органів дихання протягом останніх 12-ти місяців?	так	ні
10	Чи з'явилися у Вас неврологічні захворювання протягом останніх 12-ти місяців?	так	ні
11	Чи з'явилися у Вас ендокринні захворювання останніх 12-ти місяців?	так	ні
12	Чи з'явилися у Вас серцево-судинні захворювання протягом останніх 12-ти місяців?	так	ні

Продовження таблиці 2.1.3

13	Чи з'явилося у Вас порушення сну протягом останніх 12-ти місяців?	так	ні
14	Ви проводите більшу частину часу протягом доби всередині власної оселі?	так	ні
15	Чи використовуєте Ви систему контролю вологості повітря?	так	ні
16	Чи використовуєте Ви систему контролю температури повітря?	так	ні
17	Чи використовуєте Ви систему кондиціонування?	так	ні
18	Чи робили Ви ремонт власної оселі протягом останніх 12-ти місяців?	так	ні
19	Ваша оселя побудована протягом останніх 5-ти років?	так	ні
20	Як на Вашу думку можна оцінити умови вашого житла?	1 – незадовільні 2 – задовільні	

За результатами оцінки анкет було встановлено, що найчастіше у дорослих спостерігалися наступні порушення регуляторних механізмів:

- порушення когнітивних функцій, що супроводжувалося зниженням концентрації уваги;
- астеничні стани, що проявлялися швидкою втомою;
- зниження неспецифічної резистентності організму, що проявлялося у підвищеній частоті респіраторних захворювань;
- підвищення рівня сенсibiliзації організму і появою алергічних реакцій по відношенню до звичних алергенів.

Найчастіше респонденти вказували на такі прояви, як: загальна стомлюваність, зниження працездатності, подразнення слизових оболонок та верхніх дихальних шляхів, загострення хронічних алергічних захворювань,

захворювань дихальних шляхів та ін. Найбільш поширені симптоми і скарги мешканців «хворої будівлі» представлені у таблиці 2.1.4.

Таблиця 2.1.4.

Структура скарг на порушення самопочуття і здоров'я серед мешканців багатоквартирних будинків що проживають в умовах «хворої будівлі» за даними анкетування дорослих та батьків дітей

Групи дослідження	Дорослі		Діти	
	Жінки (n = 58)	Чоловіки (n = 21)	Дівчата (n = 12)	Хлопці (n = 9)
Дискомфорт	32	13	10	8
Головний біль	21	7	5	3
Подразнення очей	5	3	3	4
Подразнення слизової носа	7	6	8	7
Подразнення горла	3	2	5	5
Сухий кашель	11	10	5	3
Стиснення в грудях				
Суха або свербляча шкіра	18	8	3	1
Запаморочення та нудота	3	2	4	3
Труднощі з концентрацією уваги	28	15	10	6
Швидка втома	31	11	9	8
Чутливість до запахів	41	15	10	5
Лихоманка*	3	1	2	1
Озноб	12	3	6	4
Біль у м'язах	5	4	3	2

Примітка: лихоманка у даному випадку не пов'язана з гострими інфекційними або соматичними захворюваннями.

Результати аналізу анкет представлені на діаграмах (рис. 2.1.1 – 2.1.4).

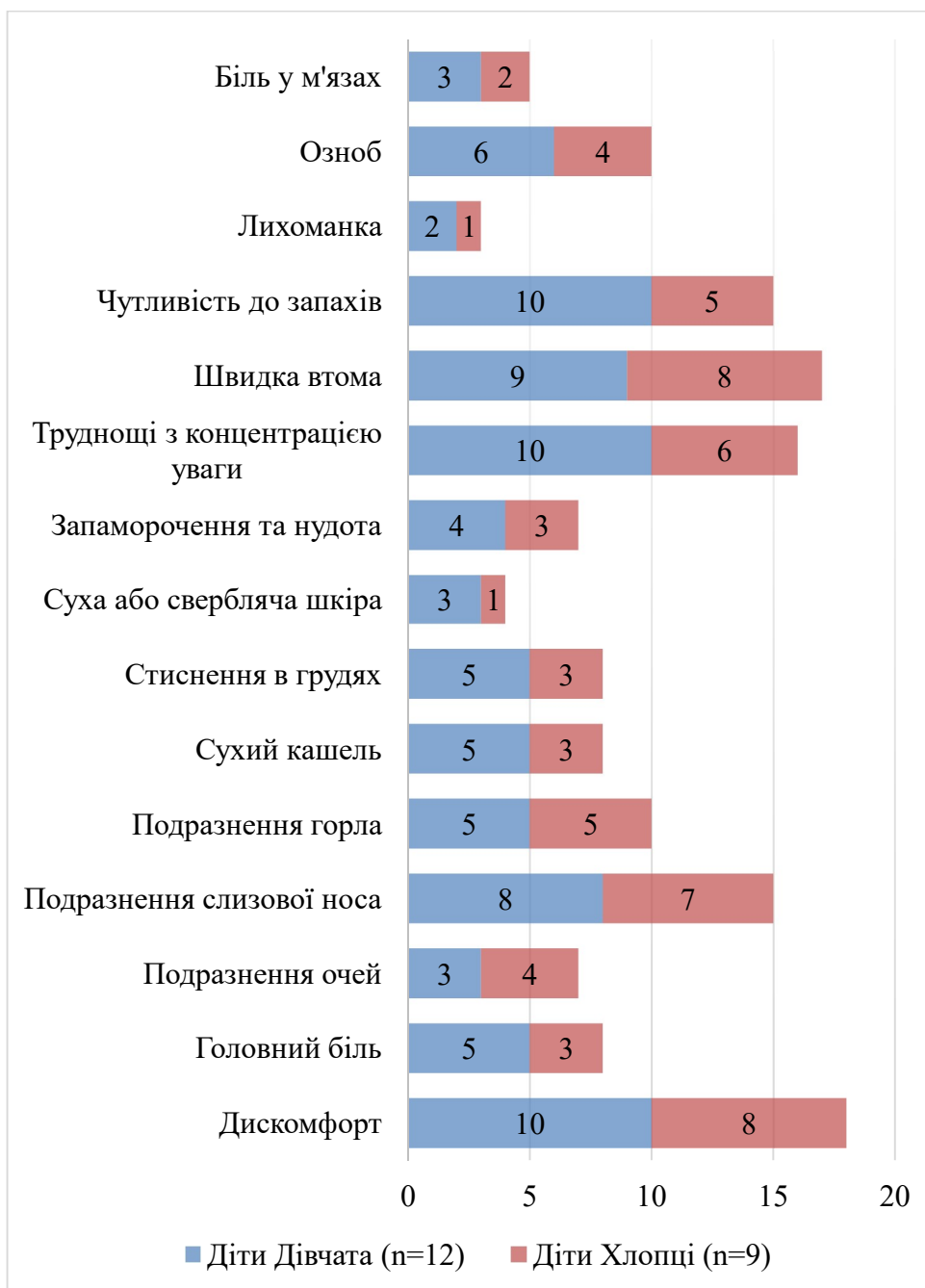


Рис. 2.1.1. Порівняльний аналіз скарг на порушення самопочуття і здоров'я серед хлопців та дівчат віком ≤ 14 років що проживають в умовах «хворої будівлі». Оцінку здійснено за даними анкетування батьків.

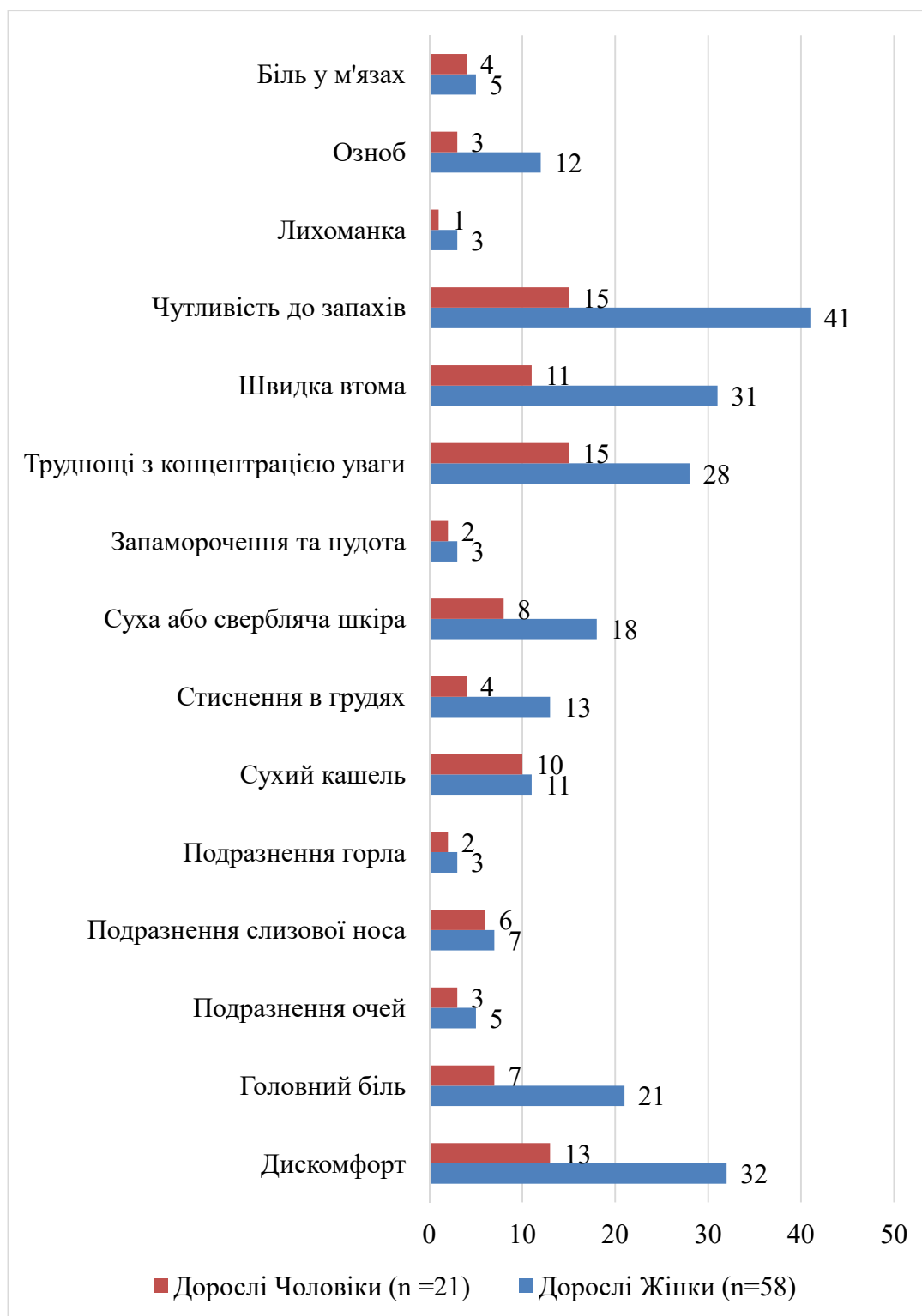


Рис. 2.1.2. Порівняльний аналіз структури скарг на порушення самопочуття і здоров'я серед дорослих мешканців багатоквартирних будинків, які проживають в умовах «хворої будівлі». Оцінку здійснено за даними анкетування.

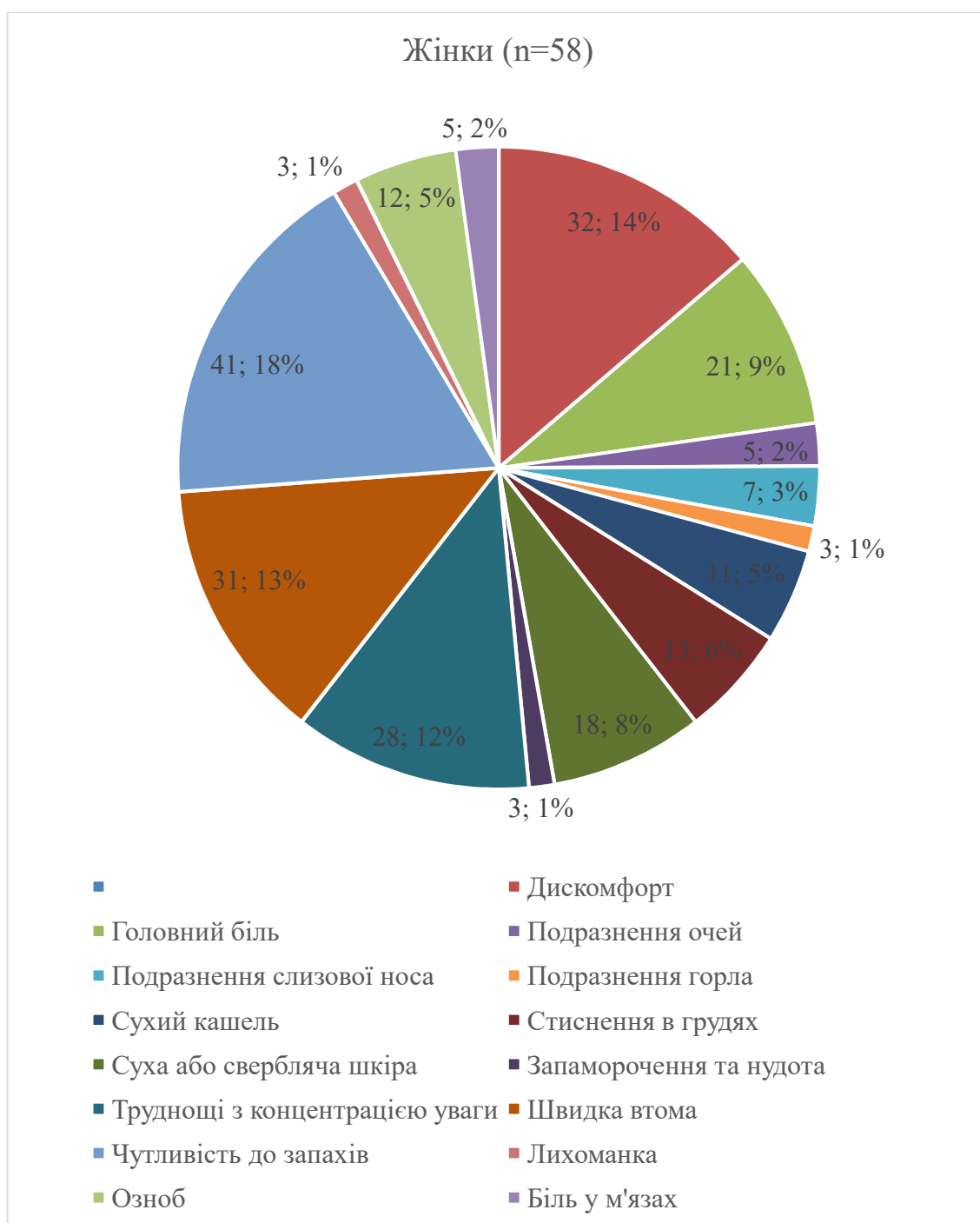


Рис. 2.1.3. Структура скарг на порушення самопочуття і здоров'я серед жінок – мешканців багатоквартирних будинків, які проживають в умовах «хворої будівлі». Оцінку здійснено за даними анкетування.

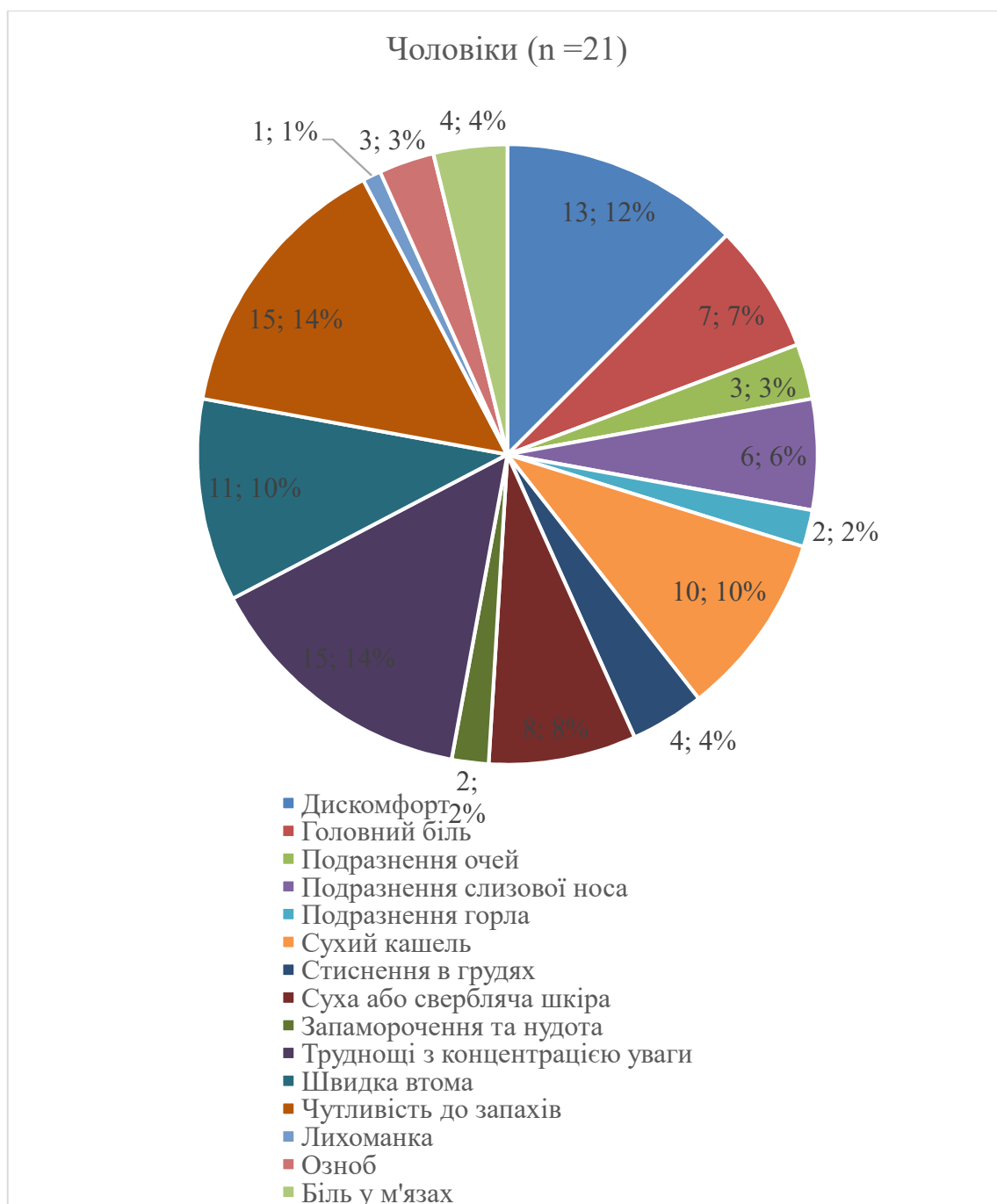


Рис. 2.1.4. Структура скарг на порушення самопочуття і здоров'я серед чоловіків – мешканців багатоквартирних будинків, які проживають в умовах «хворої будівлі». Оцінку здійснено за даними анкетування.

Більшість мешканців багатоквартирних будинків, що скаржилися на неприємний запах повітря всередині власної житлової оселі, повідомляють про полегшення свого стану невдовзі після виходу з будівлі. Зазначені симптоми можуть бути клінічно визначені та мати певні причини. У

складних випадках скаржникам знадобився тривалий час для відновлення після виходу з будівлі.

Важливо зазначити, що скарги можуть бути викликані іншими причинами. До них може належати хвороба, яку особа отримала поза будівлею, гостра чутливість (наприклад, алергія), стрес або невдоволення, пов'язані з роботою, та інші психосоціальні фактори. Тим не менш, дослідження показують, що симптоми можуть бути спричинені або посилені проблемами якості повітря в приміщенні.

Таким чином, виявлення за допомогою методу опитування (анкетування) критеріально значущих показників ранніх (донозологічних) змін у стані здоров'я мешканців житлових будинків надає можливість планувати та своєчасно здійснювати цілеспрямовані профілактичні заходи з метою мінімізації ризиків здоров'ю осіб, які мешкають в умовах тривалого впливу шкідливих чинників, що містяться у складі повітря житлових осель.

Загалом 10,4 % учасників обстеження повідомляли про поганий або дуже поганий стан здоров'я. Майже третина (29,7 %) мали хронічні захворювання.

Отримані за результатами анкетування дані свідчать про те, що здоров'я населення тісно пов'язане з фактичними житловими умовами.

Виявлено деякі гендерні відмінності в оцінках власного фізичного стану і здоров'я серед опитаних мешканців багатоквартирних будинків. Так, на самооцінку здоров'я жінок більше, порівняно з чоловіками, впливають: наявність неприємного запаху, висока вологість, або висока сухість повітря, недостатня вентиляція, низька температура повітря. Для чоловіків більше важливим є вплив вогкості.

До виникнення захворювань, порівняно з чоловіками, більш схильні жінки, які проживають у холодних житлах з поганою вентиляцією. На виникнення захворювань у чоловіків великий вплив чинить запах і кондиціонування повітря.

Отримані результати підтверджують висновки численних зарубіжних досліджень, що вказують на зв'язок між низькою якістю повітря всередині житла та здоров'ям мешканців. Наприклад, результати анкетування підтверджують дані систематичних оглядів (ВООЗ, 2019), де було показано, що якість житла впливає на виникнення алергічних та респіраторних захворювань, включаючи COVID-19, серцево-судинних захворювань, психічне та фізичне здоров'я, [2, 9].

Добре відомо, що є фактори, які суттєво впливають на здоров'я, до них належать такі характеристики житла, як, вологість та температура. Незадовільний стан даху і стін, часто пов'язаний з тривалим впливом вологи, що сприяє виникненню плісняви та грибків, і ризику розвитку респіраторних та алергічних захворювань.

Також наше дослідження підтвердило, що існує зв'язок між неприємним запахом в оселі і розвитком серцево-судинних та цереброваскулярних захворювань, емоційними розладами, порушеннями сну, психосоматичними розладами.

Доведено, що вплив забруднення повітря може підвищувати ризик онкології, серцево-судинних захворювань, психічних розладів, особливо ризик депресії [3, 8]. Забруднення повітря також пов'язано з багатьма іншими наслідками для здоров'я дітей та дорослих, включаючи, інфекції нижніх дихальних шляхів, астму, ХОЗЛ, гіпертонію [10, 11].

Наприкінці необхідно відзначити деякі обмеження проведеного дослідження.

По-перше, воно засноване на використанні даних опитування та самооцінки фізичного стану та здоров'я, що не дозволяє виявити причинно-наслідкові зв'язки. Проте, зворотний причинно-наслідковий зв'язок може частково вплинути на наші результати. Наприклад, вроджене або набуте в ранньому віці погане здоров'я може бути несприятливим фоном для впливу додаткових негативних чинників.

По-друге, усі показники, використані в дослідженні, ґрунтуються на самооцінках респондентів, а люди можуть бути схильні до деякої помилки вимірювання через суб'єктивні відмінності в тому, як респонденти оцінюють своє здоров'я або описують проблему.

По-третє, дослідження, можливо, охоплює не всі житлові характеристики, що здатні впливати на здоров'я.

Проте, результати, що ми отримали комплементарні даним багатьох попередніх досліджень. Таким чином, проблема оцінки ризику впливу забруднювачів повітря всередині житлових осель, є актуальною проблемою громадського здоров'я.

Отримані нами результати свідчать про тісний зв'язок між несприятливими умовами проживання та поганим здоров'ям, що не завжди залежить від демографічних і соціально-економічних факторів, проте, що вказує на необхідність підвищення стандартів якості житла; якості експлуатації житлового фонду (утримання та ремонту); архітектурно-планувальних та екологічних підходів до формування сприятливого житлового середовища.

2.2. Оцінка впливу якості повітря житлових приміщень на здоров'я населення за результатами моніторингу, здійсненого ЦКПХ у відповідь на звернення мешканців багатоквартирних будинків м. Києва

На цьому етапі дослідження було поставлено завдання на основі комплексних санітарно-гігієнічних досліджень провести порівняльний аналіз хімічного складу повітря в житлових приміщеннях, а також ідентифікувати основні джерела емісії хімічних речовин. Крім того, дослідження мало на меті обґрунтувати необхідність удосконалення системи контролю якості повітря в житлових приміщеннях з урахуванням актуальних рекомендацій ВООЗ, зокрема щодо допустимих концентрацій летких органічних сполук, формальдегіду, бензолу та інших небезпечних речовин.

Після відбору фахівцями необхідного контингенту та отримання їхньої згоди на участь у дослідженні був здійснений відбір середньодобових проб повітря і виявлена наявність або відсутність пріоритетних (маркерних) хімічних забруднювачів, які, переважно, мігрують з полімерних матеріалів у повітря житлових приміщень.

Під час дослідження були відібрані 1384 проби повітря всередині 126-ти осель громадян на наявність окремих хімічних речовин, які можуть мігрувати з полімерних матеріалів. Також були проведені дослідження на визначення цих хімічних речовин в атмосферному повітрі.

При виявленні хімічних речовин в повітрі житлових приміщень вище встановлених ГДК, для дослідження відбирались діагностичні проби біологічних середовищ (слина, сеча) для виявлення хімічних речовин, та їхніх метаболітів. У дослідну групу були включенні особи міського населення, що проживали в приміщеннях, насичених полімерними матеріалами, і мали перевищення вище ГДКсд рівнів хімічних речовин у повітрі житлових приміщень, що мігрують з полімерних матеріалів, а також мали симптоми, характерні для синдрому «хворої будівлі» (загальна стомлюваність, зниження працездатності, подразнення слизових оболонок та верхніх дихальних шляхів, загострення хронічних алергічних захворювань,

захворювань дихальних шляхів та ін.). Було враховано, що в осіб дослідної групи не повинно бути професійного контакту з хімічними речовинами, які можуть виділятися з полімерних матеріалів у повітря. До контрольної групи були включені практично здорові дорослі особи сільської місцевості, повітря осель яких характеризувалося відсутністю хімічних речовин, що виділяються з полімерних матеріалів, а також у яких були відсутні симптоми, характерні для синдрому «хворої будівлі» і виключено професійний контакт з хімічними речовинами, термін виконання досліджень.

Було встановлено, що хімічні забруднювачі можуть виявлятися в повітрі в концентраціях набагато вище п'яти ГДК. Дія цих речовин при тривалому впливі в умовах житла може становити ризик розвитку передпатологічних станів і захворювань, як здорових осіб, так і особливо чутливого контингенту, зокрема дітей, осіб похилого віку, хворих на хронічні захворювання і вагітних жінок.

Багаторічний моніторинг повітря житлових приміщень довів, що у повітряному середовищі осель міститься широкий спектр різноманітних хімічних речовин – забруднювачів, джерелами яких є довкілля, а також внутрішнє середовище житла.

Так, за результатами досліджень якості повітря житлових приміщень у різних районах м. Києва, встановлено, що існує достатньо високий показник (%) відхилень від норми (рис. 2.2.1).

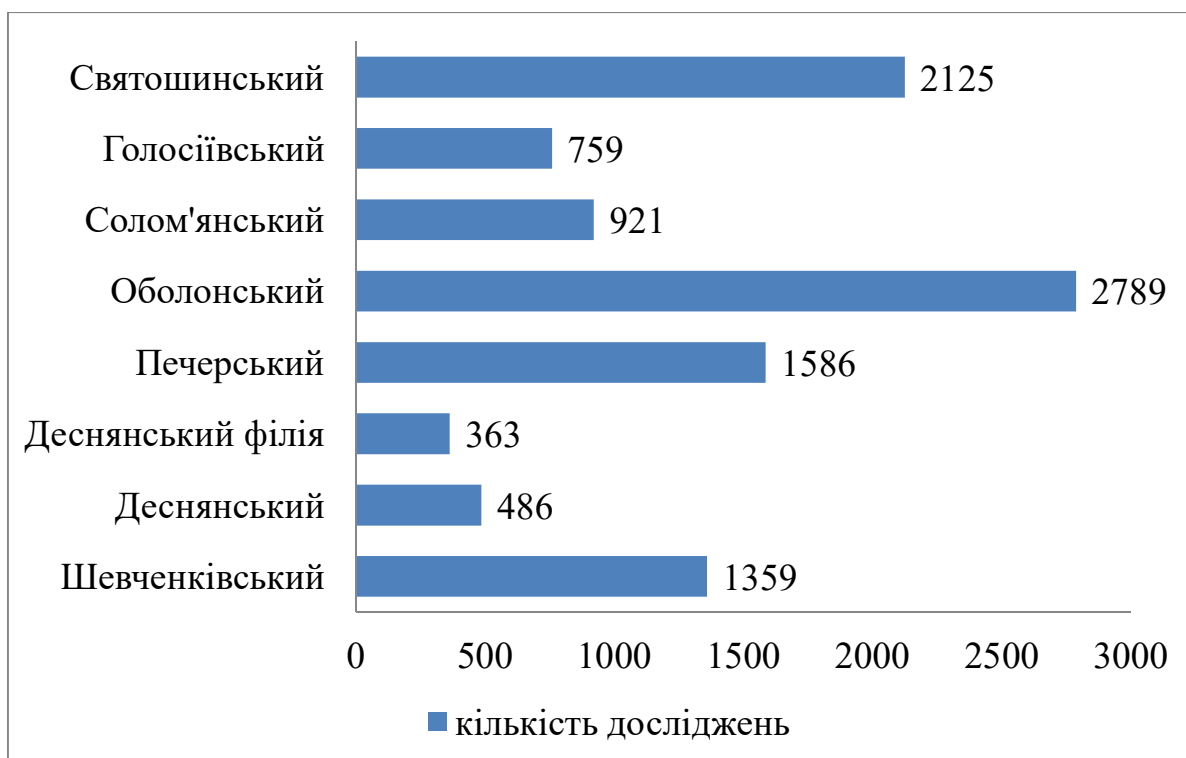


Рис. 2.2.1. Кількість досліджень проб повітря помешкань у багатоквартирних будинків, виконаних у плановому порядку ЦКПХ у м. Києві протягом періоду досліджень, N = 10388.

Важливо зазначити, що серед приміщень, що обстежувалися під час виконання планових досліджень, наявність хімічних забруднювачів була встановлена у 17,8% (від 4,7% до 23,7%) випадків, а під час обстежень приміщень за скаргами громадян – у 74,5% (від 40,6% до 86,4%), переважно скарги громадян були обумовлені неприємним запахом повітря.

Найбільшу частоту відхилень було встановлено за наступними хімічними речовинами: солі важких металів, діоксид азоту, сірчистий ангідрид, оксид азоту, формальдегід, ксилол, аміак, ароматичні вуглеводні (рис. 2.2.2).

Відсотковий показник відхилень від норми за результатами оцінки проб повітря помешкань багатоквартирних будинків, виконаної у плановому порядку ЦКПХ у місті Києві надано на діаграмі (рис. 2.2.3.).

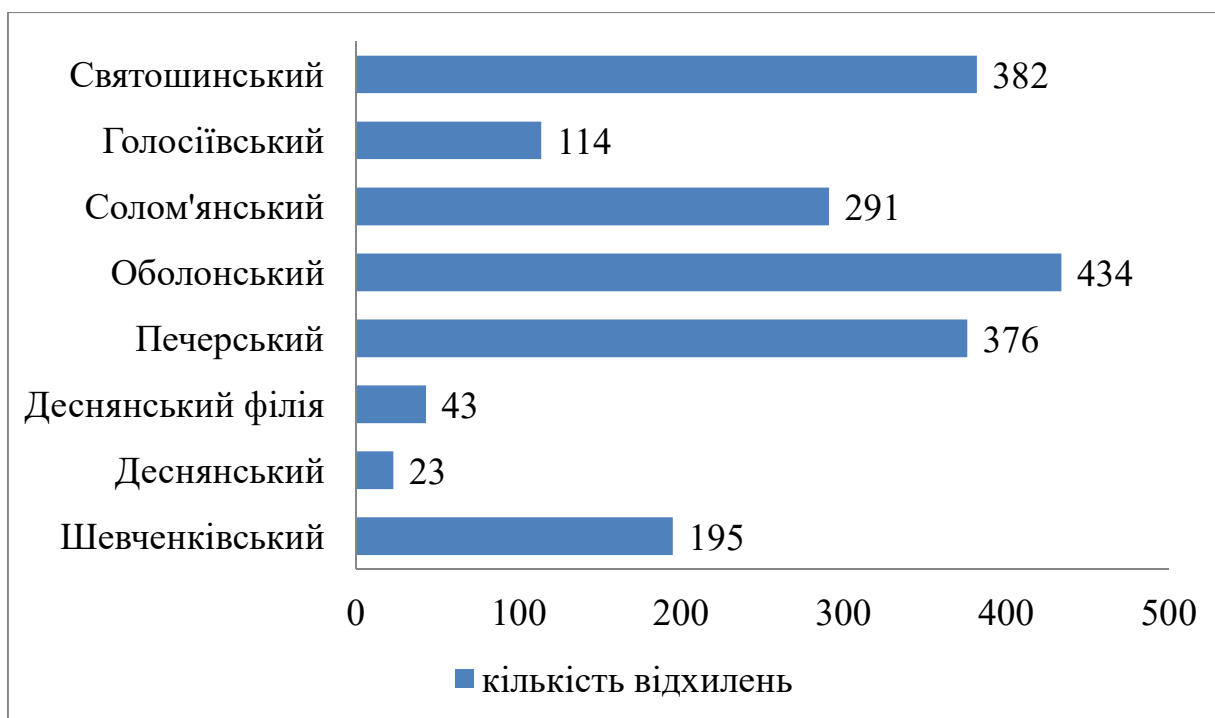


Рис. 2.2.2. Кількість відхилень від норми за результатами оцінки проб повітря помешкань у багатоквартирних будинків, виконаних у плановому порядку ЦКПХ у м. Києві протягом періоду досліджень, N = 1858.

Встановлено, що найбільший відсоток відхилень від норми було зареєстровано в Солом'янському, Печерському, Святошинському, Шевченківському і Голосіївському районах. Зазначені райони активно забудовуються, тому є об'єктами моніторингу з боку ЦКПХ.

Транспортні потоки, відсутність належних рекреаційних зон під час будівництва впливає на якість повітря території, де формуються новобудови.

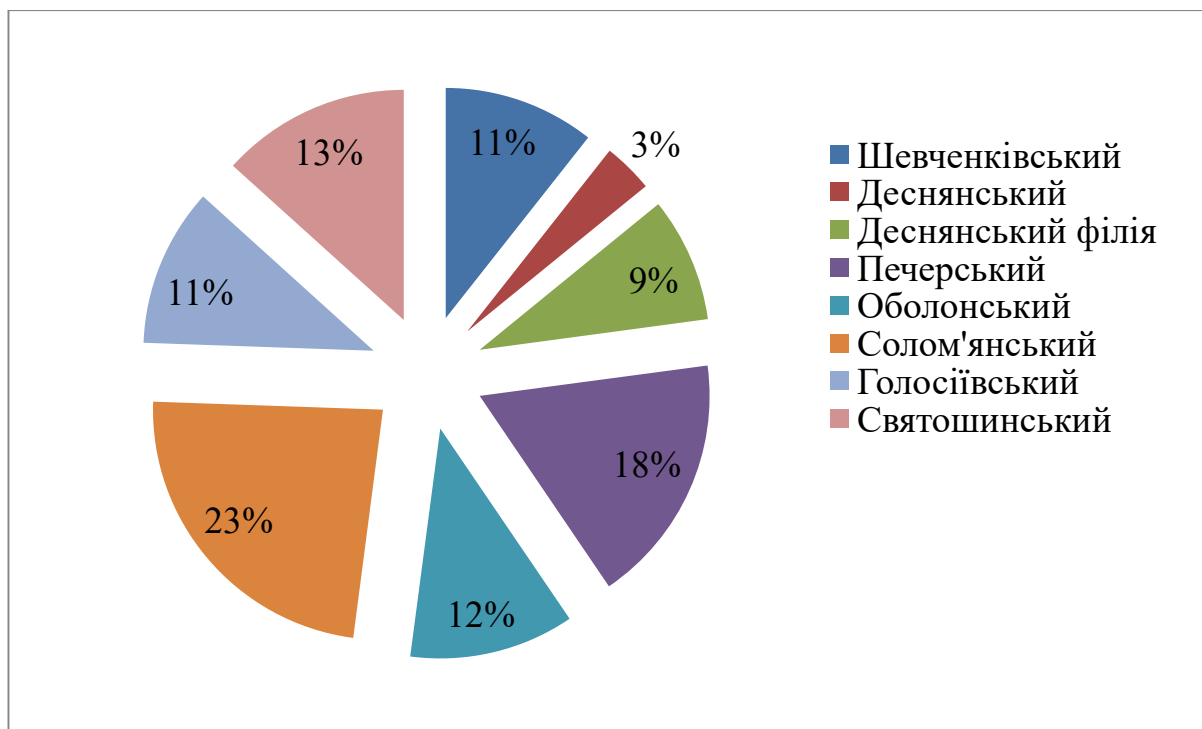


Рис. 2.2.3. Процентний показник відхилень від норми за результатами оцінки проб повітря помешкань у багатоквартирних будинків, виконаних у плановому порядку ЦКПХ у місті Києві протягом періоду досліджень, N = 1858.

В свою чергу, незадовільна якість атмосферного повітря негативно впливає на повітря всередині житлових приміщень, зокрема багатоквартирних будинків. Спектр забруднювачів повітря представлений на діаграмах (2.2.4, 2.2.5).

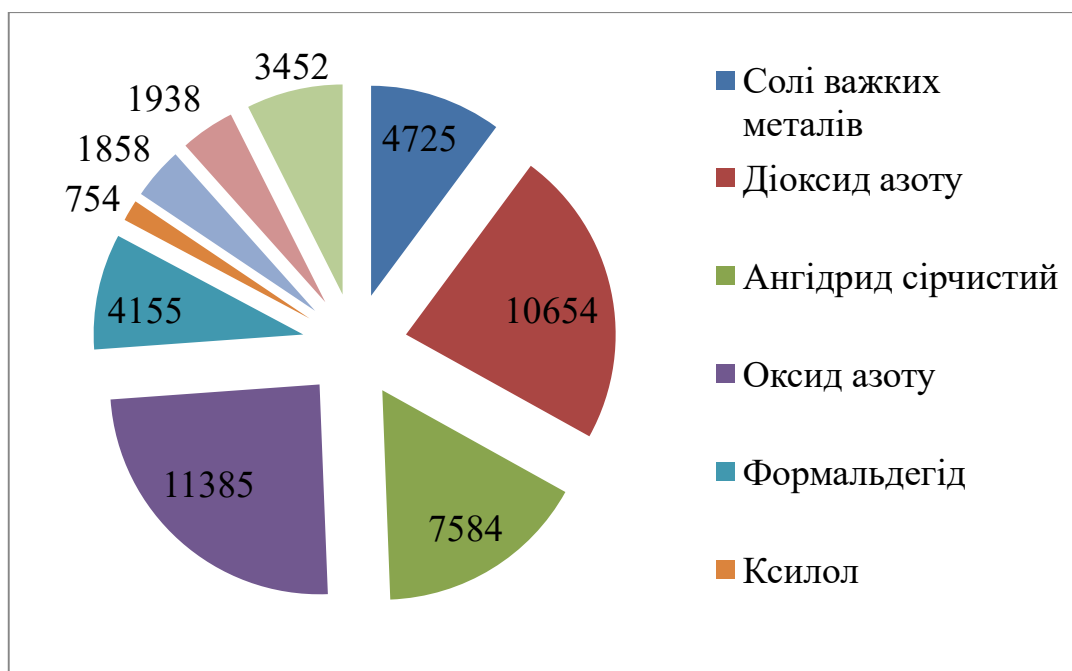


Рис. 2.2.4. Загальна кількість відібраних проб повітря помешкань багатоквартирних будинків м. Києва за маркерними забруднювачами, N = 61808.

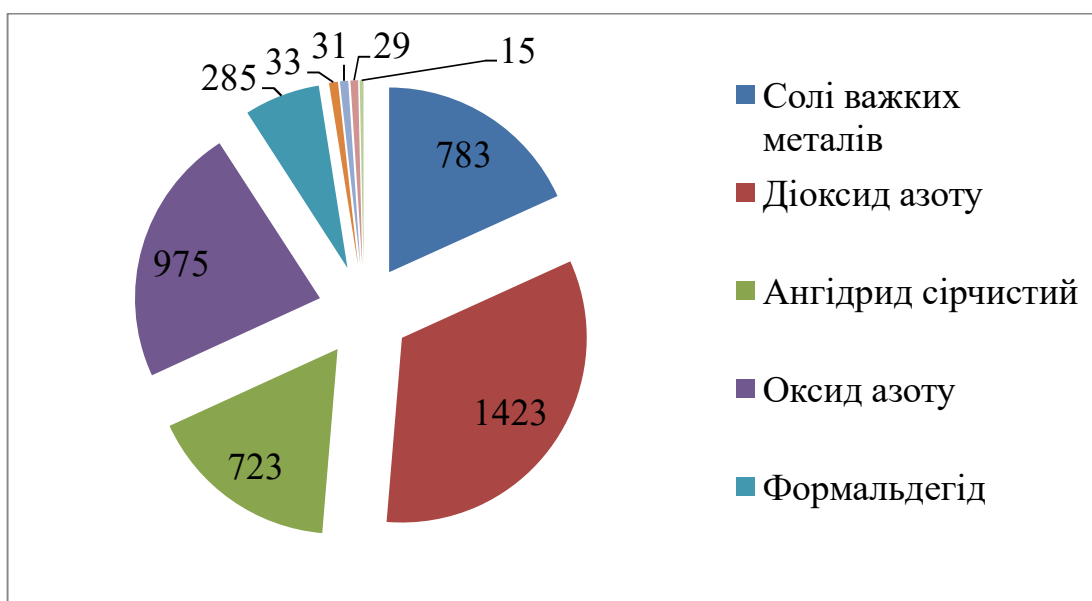


Рис. 2.2.5. Загальна кількість відібраних проб повітря помешкань багатоквартирних будинків м. Києва, в яких виявлені перевищення ГДК за маркерними забруднювачами, N = 5069.

Результати дослідження хімічного складу повітря всередині різних типів житлових приміщень у багатоквартирних будинках, що були здійснені за скаргами громадян у 126 квартирах, демонструють різні спектри та рівні забруднювачів відносно ГДК залежно від функціонального призначення приміщень і рівня антропогенного навантаження (рис. 2.2.6 – 2.2.13).

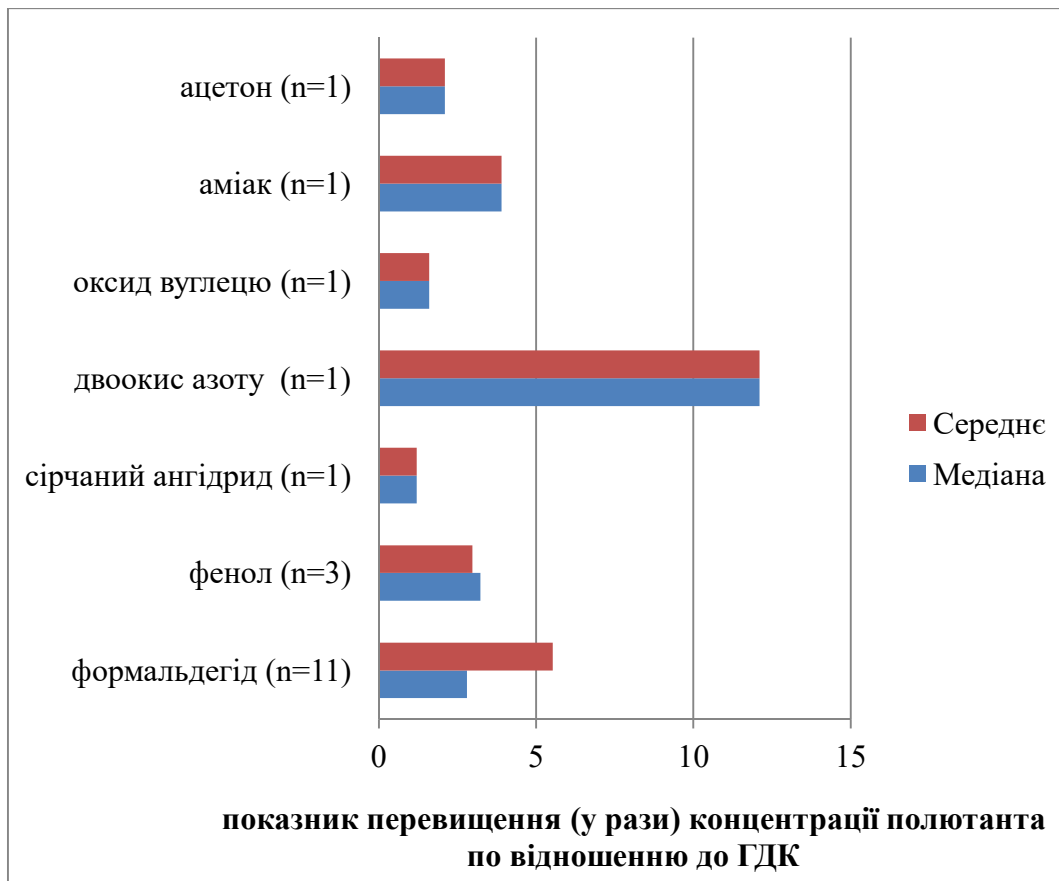


Рис. 2.2.6. Медіани і середні зважені показника перевищення ГДК у рази, виявлених хімічних речовин у повітрі житлових приміщень, кількість спостережень – n вказана в дужках.

Різні за функціональним призначенням приміщення демонстрували різні спектри хімічних забруднювачів у складі повітря. Так, у повітрі санвузлів були виявлені аміак, сірководень, фенол і формальдегід (рис. 2.2.7), у повітрі кухні – аміак, формальдегід, сірководень, оксид вуглецю, сірчаний ангідрид (рис. 2.2.11).

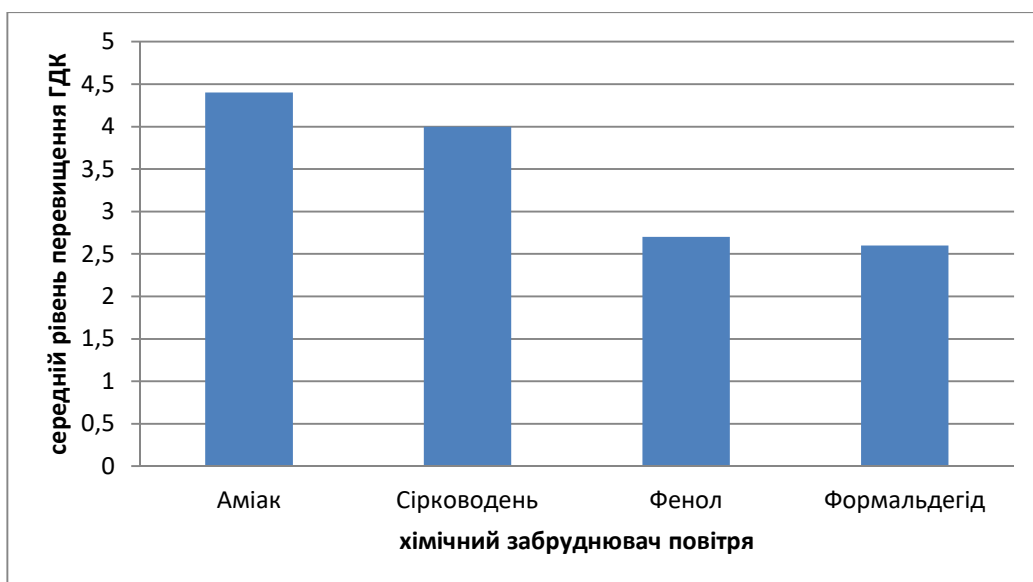


Рис. 2.2.7. Рівні перевищення по відношенню до ГДКсд хімічних забруднювачів повітря санвузлів.

У повітрі спальних кімнат були виявлені більш широкі спектри хімічних речовин, серед яких лідерами були: фенол, формальдегід, сірчаний ангідрид, двоокис азоту, проте також виявлялися бутил- і метилацетат, бензол і оксид вуглецю (рис. 2.2.8).

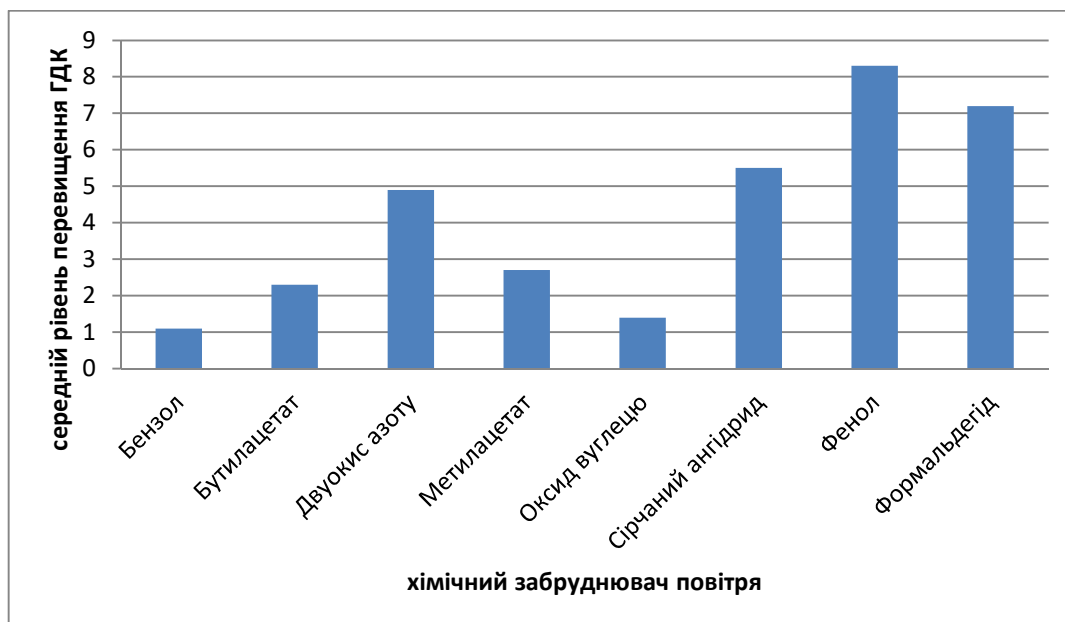


Рис. 2.2.8. Рівні перевищення по відношенню до ГДК хімічних забруднювачів повітря спалень.

У повітрі дитячих кімнат були виявлені трішки менші спектри хімічних речовин, серед яких лідерами були: двоокис азоту, аміак, фенол, формальдегід, ацетон, проте також виявлялися сірчаний ангідрид і оксид вуглецю (рис. 2.2.9).

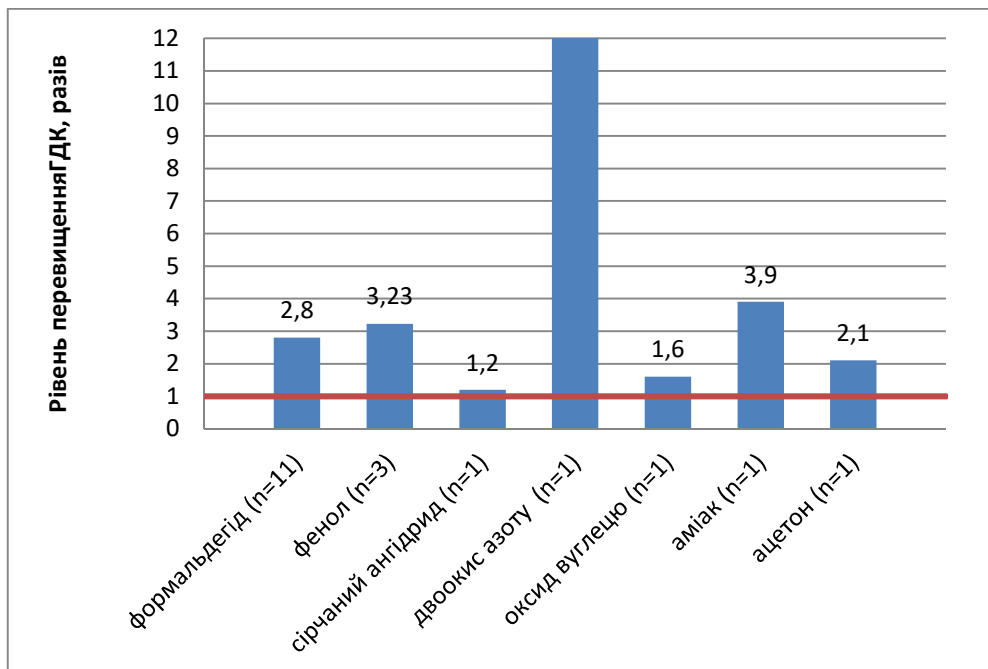


Рис. 2.2.9. Рівень перевищення ГДК у рази, виявлених хімічних речовин у повітрі дитячих кімнат, кількість спостережень – n вказана у дужках.

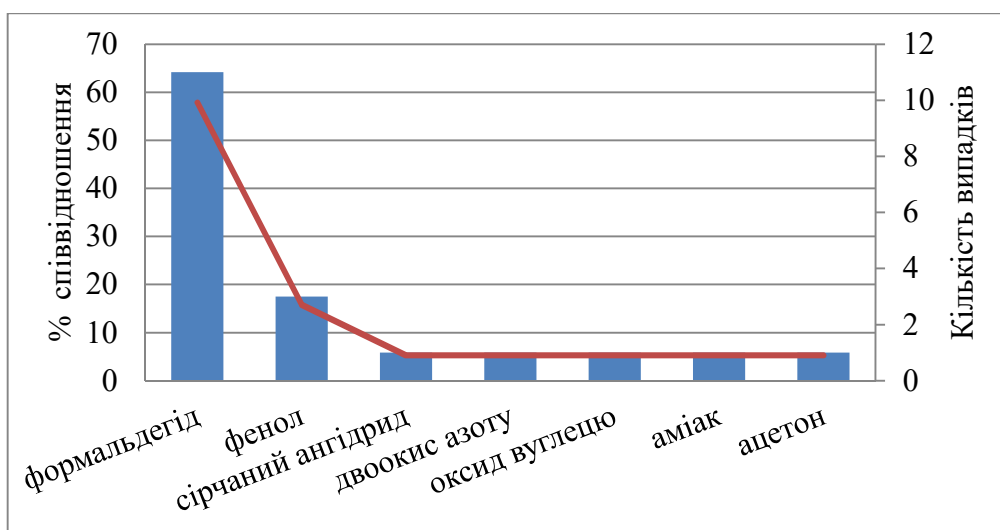


Рис. 2.2.10. Кількісне і процентне співвідношення різних забруднювачів у повітрі дитячих кімнат, N = 201.

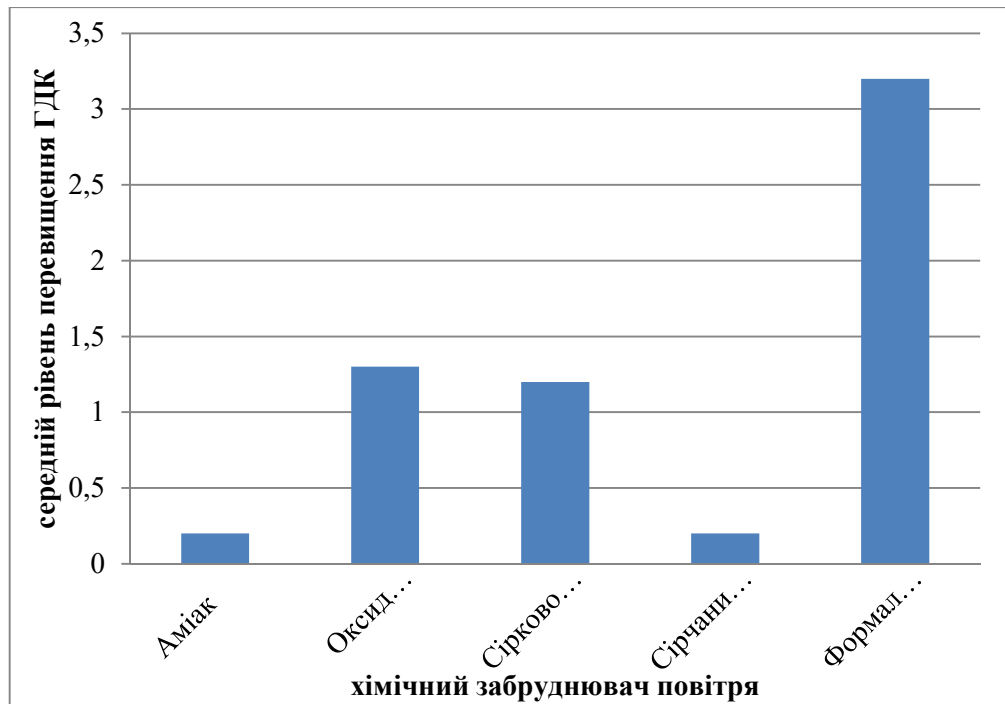


Рис. 2.2.11. Рівні перевищення по відношенню до ГДК хімічних забруднювачів повітря кухні.

Досліджуючи причини хімічного забруднення повітря всередині житлових приміщень, встановлено, що перевищення ГДК діоксиду азоту було обумовлене зовнішнім впливом, тобто викидами підприємств та автотранспорту, що були розташовані у безпосередній близькості до житлових будинків. Натомість, високі концентрації формальдегіду, фенолу, ацетону були наслідком емісії цих речовин у повітря з меблів, будівельних і оздоблювальних матеріалів.

Найвищі концентрації реєструвалися переважно під час проведення ремонтних робіт, або в новобудовах. Також було встановлено, що основними причинами наявності високих концентрацій хімічних забруднювачів у повітрі житлових приміщень були: порушення режимів вентиляції або її відсутність; неналежне прибирання; проведення ремонтних робіт у приміщеннях де постійно перебувають люди; присутність у приміщеннях об'єктів, що є джерелом хімічних речовин та ін.

Таким чином, за результатами дослідження було встановлено, що якість повітря всередині житлових приміщень містить широкий спектр хімічних речовин, рівні яких суттєво перевищують ГДК. Особливе занепокоєння викликають високі рівні забруднення повітря житлових приміщень, де перебувають діти протягом тривалого часу. Також слід враховувати комбіновану дію хімічних забруднювачів і одночасний вплив інших факторів (температури і вологості), що впливають на якість повітря всередині житлових приміщень.

Для визначення рівнів пріоритетних хімічних забруднювачів по відношенню до ГДК у складі повітря приміщень та факторів, які впливають на їхню потужність, були проведенні натурні дослідження.

Встановлено, що перевищення ГДК фенолу було виявлено в 50,0 % житлових приміщень м. Києва, Перевищення ГДК формальдегіду було виявлено в 33,04 % житлових приміщень м. Києва.

Таким чином, результати дослідження рівнів хімічного забруднення повітря виконаних ДУ «Київський міський ЦКПХ МОЗ України» демонструють, що серед приміщень, що обстежувалися у плановому порядку, наявність хімічних забруднювачів була встановлена у 17,8 % (від 4,7 % до 23,7 %) випадків, а під час обстежень приміщень за скаргами громадян – у 74,5 % (від 40,6 % до 86,4 %), переважно скарги громадян були обумовлені неприємним запахом повітря.

Переважно причиною емісії хімічних речовин у повітря були порушення режимів вентиляції або її відсутність; неналежне прибирання; проведення ремонтних робіт у приміщеннях де постійно перебувають люди; присутність у приміщеннях об'єктів, що є джерелом хімічних речовин та ін.

За результатами досліджень хімічного складу повітря всередині житлових приміщень підтверджено необхідність посилення інформування населення про шкідливий вплив забрудненого повітря на здоров'я людини, зокрема дітей та інших чутливих контингентів.

Аналіз нових наукових даних багатьох вітчизняних та закордонних публікацій свідчить про гостру необхідність корекції існуючих підходів до оцінки хімічних забруднювачів, обумовлених полімерними матеріалами в повітрі житлових приміщень.

Таким чином, оптимізація підходів до оцінки ризику впливу хімічних речовин, що виділяються з полімерних матеріалів у повітря житлових приміщень на підставі токсикологічних критеріїв небезпечності з урахуванням найбільш чутливих контингентів (діти, підлітки, вагітні, особи похилого віку) є актуальним завданням громадського здоров'я та перспективним напрямком наукових досліджень.

2.3. Результати оцінки здоров'я мешканців багатоквартирних будинків з використанням неінвазивних методів дослідження

Результати анкетного опитування мешканців багатоквартирних будинків, представлені у підрозділі 2.1, засвідчили наявність поширених скарг на погіршення самопочуття, зокрема симптомів респіраторного, алергічного та нейропсихічного характеру, які можуть бути пов'язані з якістю повітря у житлових приміщеннях. Ці прояви відповідають критеріям синдрому «хворої будівлі», що свідчить про потенційну загрозу для здоров'я населення у разі тривалого перебування в умовах забрудненого повітряного середовища. У зв'язку з цим виникла потреба у верифікації таких скарг шляхом комплексного оцінювання чинників житлового середовища та стану здоров'я мешканців.

У підрозділі 2.2 надано результати аналізу якості повітря у приміщеннях на основі даних моніторингу, отриманих Центром контролю та профілактики хвороб МОЗ України. Було виявлено перевищення гігієнічних нормативів за вмістом летких органічних сполук, насамперед формальдегіду та фенолу. Ці речовини є типовими продуктами вторинного випаровування з полімерних будівельних матеріалів, меблів та оздоблення інтер'єру. З урахуванням їхньої високої біологічної активності та наявності підтверджених даних про генотоксичні властивості, особливу увагу було приділено формальдегіду – як одному з найбільш поширених і потенційно небезпечних хімічних агентів повітряного середовища.

З метою поглибленої оцінки впливу забруднювачів на здоров'я мешканців у дослідженні був обраний один із неінвазивних методів – мікроядерний тест (Micronucleus test, MNT), який є високочутливим методом оцінки мутагенних ефектів на клітинному рівні. У цьому дослідженні він застосовувався до клітин букального епітелію – тканини, що безпосередньо контактує із забрудненим повітрям і тому є релевантною для вивчення місцевих генотоксичних ефектів. Мікроядра, виявлені в таких клітинах, є

індикаторами хромосомних пошкоджень, що можуть виникати внаслідок дії шкідливих агентів, зокрема формальдегіду [56, 57, 58, 59].

Використання МЯ-тесту в рамках епідеміологічного дослідження дозволяє не лише підтвердити ймовірний зв'язок між впливом середовища і симптомами, виявленими на попередніх етапах, а й оцінити реальні біологічні наслідки такого впливу. Це особливо важливо у контексті сучасної концепції громадського здоров'я, яка спрямована на раннє виявлення ризиків, профілактику хронічних захворювань та захист чутливих груп населення – дітей, вагітних жінок, людей похилого віку та осіб із супутніми хронічними хворобами.

Протягом понад п'ятдесяти років мікроядерний тест (МЯ-тест) активно застосовується для вивчення локальних генотоксичних ефектів формальдегіду у людини, зокрема у клітинах букального епітелію слизової оболонки носа та щік. Цей підхід залишається актуальним і сьогодні, оскільки саме ці тканини є безпосередніми мішенями дії формальдегіду при інгаляційному впливі, а мікроядра (МЯ) виступають чутливим біомаркером хромосомних пошкоджень.

Установлено, що при потраплянні формальдегіду до ядра клітини він утворює перехресні зв'язки між ДНК та білками (DPX). У разі неповної репарації таких пошкоджень виникає ризик формування мутацій, включаючи хромосомні аберації та утворення мікроядер у клітинах, що активно проліферують. Завдяки своїй високій хімічній реактивності формальдегід викликає переважно місцеву генотоксичну дію у тканинах, які зазнають безпосереднього контакту з забруднювачем.

Слизова оболонка ротової порожнини, що виконує функцію біологічного бар'єра, здатна частково перешкоджати проникненню ксенобіотиків завдяки структурі поверхневих клітин та захисному слизовому покриву, до складу якого входять глікопротеїни. Для досягнення базального шару, де відбувається клітинний поділ, формальдегід має подолати цей бар'єр парацелюлярним або трансцелюлярним шляхом, після чого може

індукувати пошкодження ДНК. Надалі змінені клітини мігрують до поверхні епітелію, де можуть бути зібрані для проведення МЯ-тесту.

Зважаючи на високу чутливість букальних епітеліоцитів до забруднюючих агентів, даний метод було обрано для оцінки стану здоров'я 584 осіб — мешканців багатоквартирних будинків, які повідомляли про прояви «синдрому хворої будівлі» (SBS). Ці скарги зумовили потребу у виявленні субклінічних проявів мутагенного впливу повітряного середовища на організм.

Матеріал для дослідження – букальний епітелій слизової оболонки ротової порожнини – відбирали стерильним медичним шпателем, після чого наносили на предметні скельця, висушували на відкритому повітрі та забарвлювали сумішшю 2,5 % ацетоорсеїну і 1% світлого зеленого барвника. Мікроскопію проводили з використанням світлооптичного мікроскопа Axioskop 40 Carl Zeiss (Німеччина) при збільшеннях $\times 400$ та $\times 1000$ (з масляною імерсією). Цифрову фіксацію зображень здійснювали за допомогою камери Canon EOS 4000D (Японія).

Морфометричний аналіз клітин та обчислення співвідношення клітин з ядровими аномаліями проводили з використанням пакету Excel 2019. У роботі враховано особливості фарбування клітин різними барвниками (азур-еозин за Романовським–Гімзою, орсеїн, метиленовий синій, світлий зелений), які мають різну специфічність до структурних компонентів ядра. Остаточного для основного аналізу було обрано методику з ацетоорсеїном і світлим зеленим, що забезпечила належну візуалізацію аномалій.

Розрахунок частоти появи патологічно змінених клітин здійснювався відповідно до методичних рекомендацій МОЗ України (наказ № 116 від 13.03.2007). Зокрема, аналізувалися такі показники, як наявність мікроядер, каріорексису, здвоєних ядер, протрузій, багатоядерних клітин, вакуольної дистрофії тощо. Отримані результати, що відображають структуру цитоморфологічних та цитогенетичних порушень у клітинах букального епітелію ($N = 584$), подано в таблиці 2.3.1.

Таблиця 2.3.1.

Оцінка мутагенності середовища за мікроядерним тестом:
характеристика процесів у клітинах букального епітелію, (N = 584)

Характер морфологічних змін	Діапазон фізіологічних меж	%
Нормальні епітеліальні клітини	86,00±3,97	77-93
Фагоцитоз-апоптоз	1,00±0,01	0-2
Каріорексис	4,00±0,70	0-7
Відсутність ядра	1,00±0,25	0-2
Подвоєння ядра	2,00±0,75	0-5
Вакуольна дистрофія	2,00±0,02	0-4
Протрузія ядра «язик»	0,5±0,01	0-0,5
Протрузія ядра «розбите яйце»	0,5±0,01	0-0,5
Мікроядра	0,6±0,01	0-0,5
Багатоядерні клітини	0,5±0,01	0-0,7
Тучні клітини	5,00±0,75	0-6

Отримані цитоморфологічні характеристики та показники активності мутагенезу (мікроядра, протрузії ядра, здвоєні ядра, багатоядерні епітеліоцити тощо) були проаналізовані з використанням статистичних методів. За літературними джерелами, середній рівень виникнення мікроядер (МЯ) у букальних клітинах у дорослого населення коливається в межах 1–3 МЯ на 1000 клітин, однак ці показники значною мірою залежать від застосованих методик обробки біоматеріалу.

Порівняння з референтними межами дозволило виявити характерні цитоморфологічні та цитогенетичні зміни, серед яких найчастіше реєструвались каріорексис, подвоєння ядра, вакуольна дистрофія, а також поява тучних клітин, що може розглядатись як реакція на мутагенне навантаження. Частота мікроядер у досліджуваній вибірці варіювала у

широкому діапазоні – від 0,3 до 7,0 %, що свідчить про гетерогенність рівня впливу факторів середовища серед обстежених осіб.

Зважаючи на багатфакторну природу змін, при інтерпретації результатів враховувалися такі змінні, як вік, стать, наявність супутніх хронічних захворювань, професійні ризики тощо. У сукупності отримані результати підтверджують високу чутливість клітин букального епітелію до як ендогенних, так і екзогенних впливів, що може слугувати обґрунтуванням доцільності їх використання в системі популяційного біомоніторингу.

Однак, наявність широкого діапазону змін, індивідуальних особливостей та складність встановлення чіткої залежності «доза–ефект» унеможливають на цьому етапі остаточну оцінку місцевої генотоксичності формальдегіду. Подальші дослідження необхідні для уточнення механізмів дії забруднювачів та розробки достовірних біомаркерів оцінки ризику для мешканців, що проживають в умовах несприятливого повітряного середовища.

Опубліковані раніше дослідження свідчать, що вдихання формальдегіду призводить до підвищення частоти МЯ у клітинах слизової оболонки носа та/або щік. Однак критичний аналіз даних показує, що ефекти є дуже різноманітними, і дослідження слід інтерпретувати з обережністю. Інша проблема стосується якості окремих раніше опублікованих досліджень, що вказують на місцеві генотоксичні ефекти формальдегіду в людей.

В окремих публікаціях надана лише часткова інформація щодо дизайну дослідження, експозиції формальдегіду, або інших чинників, що обмежує однозначну інтерпретацію отриманих результатів. Також, важливо зазначити, що однією з проблем є відсутність стандартизації мікроядерного тесту з відлущеними клітинами та висока варіабельність аналізу.

Попри те, що мікроядерний тест з відлущеними клітинами букального або носового епітелію демонструє перспективність як інструмент біомоніторингу локальної мутагенної дії, на сьогодні він не має міжнародно визнаних стандартів для рутинного використання. Це обмежує можливість

уніфікованої оцінки результатів. Водночас, вважається, що МЯ-тест має потенціал як інформативний біомаркер впливу генотоксичних агентів на локальному рівні, зокрема для оцінки ризику онкопатології та обґрунтування гігієнічних нормативів щодо впливу шкідливих речовин [60].

Таким чином, дослідження букального епітелію за МЯ-тестом, за скаргами мешканців багатоквартирних будинків ($N = 584$) у м. Києві, демонструють, що цитоморфологічні та цитогенетичні порушення по відношенню до фізіологічних меж переважно проявлялися у вигляді каріорексису, подвоєння ядра, появою епітеліоцитів з перинуклеарними вакуолями, або вакуолізацією ядра. МЯ виявлені у широкому діапазоні 0,3-7,0 ‰.

Безумовно, слід враховувати багатофакторність впливу широкого спектру летючих органічних сполук у складі повітря житлових приміщень, концентрації яких, окрім формальдегіду, також можуть істотно перевищувати ГДКсд.

РОЗДІЛ 3

ПРОФІЛАКТИКА ЗАХВОРЮВАНЬ, ПОВ'ЯЗАНИХ ІЗ ЗАБРУДНЕННЯМ ПОВІТРЯ В ЖИТЛОВИХ ПРИМІЩЕННЯХ: МІНІМІЗАЦІЯ ДЖЕРЕЛ, ЗАХОДИ ТА ПОРАДИ ДЛЯ НАСЕЛЕННЯ

Важливим принципом у формуванні ефективних профілактичних заходів, спрямованих на покращення якості повітря у житлових приміщеннях, є підвищення рівня інформованості населення щодо наявних ризиків впливу хімічних поллютантів на здоров'я. Насамперед це стосується речовин, які можуть мігрувати з оздоблювальних матеріалів, меблів, побутових засобів, утворюючи в повітрі закритих приміщень суміші летких органічних сполук. Формування обізнаності передбачає доступне пояснення механізмів дії таких речовин, можливих симптомів, ранніх ознак несприятливого впливу та способів їх уникнення.

Згідно з принципами громадського здоров'я, інформування населення є не лише елементом санітарно-освітньої роботи, а й важливою складовою первинної профілактики. Це дозволяє не лише попередити розвиток захворювань, асоційованих із тривалим впливом хімічних агентів, а й сприяти формуванню відповідальної поведінки мешканців щодо вентиляції приміщень, вибору безпечних оздоблювальних матеріалів та використання побутової хімії.

Особливої актуальності цей напрям набуває при роботі з вразливими контингентами – дітьми, вагітними жінками, людьми похилого віку, а також особами з хронічними респіраторними або алергічними захворюваннями, для яких вплив поллютантів має потенційно вищий ризик. Тому підвищення екологічної грамотності населення розглядається як один із ключових елементів комплексної стратегії збереження і зміцнення здоров'я у середовищі проживання.

Інструментом зниження ризиків для здоров'я мешканців осель є надання точної та зрозумілої інформації у вигляді чітких та простих повідомлень про стан якості повітря житла, в якому вони перебувають більшу частину свого життя. Іншим важливим інструментом є розробка інформаційних заходів із залучення всіх зацікавлених сторін, у тому числі осіб, які ухвалюють рішення: медичних і соціальних працівників, педагогів та ін. Поширення знань про заходи щодо зниження ризику впливу забруднювачів повітря житлових приміщень є запорукою підвищення ефективності медичної профілактики захворювань, що обумовлені складом повітря осель.

Медичні працівники первинної медико-санітарної допомоги мають сприяти розвитку стратегій, спрямованих на зниження ризиків і налагодженню відносин між медичними працівниками і населенням для просування заходів зі зниження ризику та попередження хвороб, обумовлених складом повітря житлових приміщень.

Інформування з питань здоров'я, пов'язаного з якістю повітря у приміщенні, не може обмежуватися поширенням знань; справжня мета полягає у зміні поведінки людей.

Належне управління ризиками може запобігти багатьом негативним наслідкам для здоров'я, які часто можна порахувати у грошах, наприклад через зниження працездатності, втрату здоров'я, вихід на лікарняний тощо. Таким чином, варто та необхідно інвестувати ресурси у діяльність з інформування про ризики, пов'язані з якістю повітря всередині житла.

Інформування – це обмін інформацією з метою її доведення до людей, побудови діалогу з ними та/або впливу на їхні знання, погляди та поведінку. Єдиний спосіб переконатися, що фахівець профілактичної медицини ефективно виконує свою роботу – це отримати зворотний зв'язок від тих, з ким ви він спілкується, тобто. сприяти двосторонньому обміну інформацією. Ефективне інформування – це побудова діалогу, який задовольняє як особу, що інформує, так і одержувача інформації.

Один із важливих аспектів знань про негативний вплив поллютантів у середовищі житлових помешкань і пов'язаних з ними ризиків для здоров'я – це розуміння того, як люди сприймають ризики. Природа ризику часто призводить до різного сприйняття його населенням. Буває, що кілька чинників можуть бути задіяні одночасно. Наприклад, страх вірусу SARS-Cov-2 високий, тому що рівень поінформованості про нього високий, хоча вірус новий. Проте страх перед забрудненням повітря твердими частинками залишається низьким (хоча вчені довели, що це реальна загроза здоров'ю), так як наслідки мають хронічний характер і рівень інформування про них все ще низький.

Інший аспект у тому, що деякі люди бояться окремих ризиків більше, ніж інші. Так, батьки бояться хвороби дітей більше, ніж бездітні люди. Сприйняття ризику змінюється з часом. Дослідження показали, що такі пари чинників, що характеризують ситуацію, зазвичай впливають на сприйняття ризику.

Антропогенні ризики порівняно з природними мають більшу вагу коли ми оцінюємо якість повітря житлових приміщень. Проте, людина менше побоюється ризиків, пов'язаних з факторами природного походження (сонячна радіація), і більше боїться антропогенних ризиків (радіація атомної станції).

Важливо враховувати, що добровільна дія людини завжди є більш ефективною в порівнянні з вимушеними діями. Люди часто почуваються в меншій небезпеці, якщо можуть самі зробити вибір щодо умов свого існування. Наприклад відомо, що особи, які не користуються мобільними телефонами, можуть думати, що відносно низькі радіочастотні поля, які випромінюють станції мобільного телефонного зв'язку, становлять високу небезпеку. А користувачі мобільних телефонів, як правило, сприймають ризик від набагато більш інтенсивних радіочастотних полів, що випромінюються добровільно вибраними ними мобільними телефонами, як низький.

Під час розробки профілактичних рекомендацій для різних цільових аудиторій з питань контролю якості повітря у житлових приміщеннях слід враховувати, що деякі хвороби або стан здоров'я, такі як рак або тяжкий і тривалий біль та інвалідність, викликають більше страху, ніж інші. Тому навіть мала ймовірність захворювання на рак, особливо у дітей, привертає значну увагу різних верств населення.

Розробка профілактичних заходів та інформаційних повідомлень для населення має враховувати реакцію людей на «відоме» і «невідоме». Так, добра поінформованість про ту чи іншу медичну технологію чи ситуацію допомагає знизити рівень сприйманого ризику.

Наприклад, сприйняття ризику зростає у випадку, якщо медична технологія оцінки якості повітря шляхом визначення хімічного складу забруднювачів або ситуація (запах у приміщенні) нові, незнайомі або важкі для розуміння. Страх мешканців від цього може бути завищений через неповне наукове розуміння потенційних наслідків для їхнього здоров'я, що пов'язані з конкретною ситуацією або технологією.

Інший аспект – зазвичай швидкі наслідки для стану людини чи її здоров'я сприймаються більш чутливо порівняно з хронічними проявами негативного впливу. Людина, як правило, більше боїться речей, які можуть убити одночасно багато людей, раптово і жорстоко і всіх в одному місці (наприклад, авіакатастрофа), ніж таких речей, як хвороби серця, від яких помирає на сотні тисяч людей більше, але не водночас і не в одному місці. Тому важливо роз'яснити мешканцям квартир, де виявлені суттєві відхилення у показниках повітря про небезпеку тривалого впливу поллютантів на їхнє здоров'я, а також на здоров'я особливо чутливих верств населення, до яких належать люди, підлітки, вагітні жінки, особи старших вікових груп та особи, що мають хронічні захворювання.

Населенню слід роз'яснити, що особистий контроль має перевагу порівняно з відсутністю контролю над ситуацією. Якщо людина відчуває, що може вплинути на результат небезпеки, то страх перед цією небезпекою буде

меншим. Наприклад, за результатами дослідження якості повітря в оселі, людина може швидко прийняти рішення щодо покращення якості повітря шляхом усунення негативних чинників: налагодити вентиляцію, полагодити або прибрати опалювальні прилади; позбавитися будівельного сміття, вилучити небезпечні меблі або оздоблювальні матеріали, зменшити кількість меблів у кімнаті тощо.

Мешканці осель, які піддаються небезпечному впливу поллютантів у складі повітря осель, мають бути інформовані про те, на кого з членів родини цей вплив має найбільший негативний ефект. Наприклад, усвідомлення ризику стає реальним якщо мати дізнається про загрозу для здоров'я її дитини.

Важливо робити акцент на той факт, що загроза існує і вона безпосередньо діє на особу: «Чи це впливає на мене?». Ми не сприймаємо ризик для суспільства так само серйозно, як ризик для себе самих. Це пояснює бажання кожного, щоб ризик був до нуля. Навіть якщо ризик захворювання на рак через пестициди, що містяться в їжі, один на мільйон, цей ризик може бути неприйнятним для окремої людини, т.к. саме він може виявитися цим одним із мільйонів.

При розробці повідомлень для цільової аудиторії для інформування про небезпеки, пов'язані зі забрудненням повітря житлових приміщень, необхідно дотримуватись кількох основних принципів.

1. Принцип перший: слід зміцнювати і підтримувати довіру населення до заходів медичної профілактики.

Головна мета інформування полягає в тому, щоб спілкування з населенням сприяло зміцненню, підтримці чи відновленню довіри. Фахівці ВООЗ зазначають, що це стосується населення будь-яких країн, незалежно від їхньої культури, політичної системи та рівня розвитку. Підтримка довіри населення вимагає прозорості: повідомлення мають бути відвертими, зрозумілими, повними та фактично точними, вони також мають розкривати припущення, методології та невизначеності. Прозорість інформації дає

багато переваг. Наприклад, вона показує, що навіть за умов невизначеності медичні працівники перебувають у постійному пошуку відповідей на запитання. Важливо ґрунтувати всі факти на доказах.

2. Принцип другий слід підтримувати цілісність інформації.

Полягає у визнанні невизначеності ситуації, обмеженості даних, обговоренні припущень та проведенні різниці між результатами, що підкріплюються аналізом, та результатами, що не підкріплюються аналізом. Потрібно зробити ключове повідомлення простим, прямим та лаконічним, та скласти його мовою цільової групи (наприклад для дітей або для дорослих). Слід уникати іноземних чи наукових слів. Те, що важливо для спеціаліста охорони здоров'я, може бути неважливим для інших членів суспільства. Необхідно формулювати окремі повідомлення для населення, експертів та осіб, які ухвалюють рішення, адаптуючи їх для кожної групи з урахуванням розуміння проблеми нею. Слід визнавати стурбованість та/або проблеми цільової аудиторії та створювати умови для співпраці або зворотного зв'язку в міру можливості.

При спілкуванні з населенням слід відповідати на запитання та надавати варіанти дій. Спілкування – це не лише письмова та усна мова, а й жести, міміка, тон, постава тощо. Основне повідомлення завжди просте, пряме, стисло і зроблено мовою цільової аудиторії. Пам'ятайте, те, що важливо експертам, може бути не важливим для решти населення.

Щоб зацікавити цільову аудиторію, особи, відповідальні за інформування про ризики впливу на здоров'я полютантів у повітрі житлових приміщень, повинні розуміти мотивацію як свою, так й інших. Якщо цим елементом знехтувати, навряд чи достатньо людей надасть необхідну підтримку. Найчастіше те, які факти надаються або який аргумент висувається, має менше значення, ніж умови, в яких обговорюється те чи інше питання – як оформляється повідомлення, чи відповідає воно психологічним потребам аудиторії та чи правильно вибрано канал передачі, хто повідомляє чи контекст.

Ефективні повідомлення про ризики включають інформацію про те, що можна зробити, щоб убезпечити себе. Це дає людям почуття контролю над власним здоров'ям та безпекою, що, у свою чергу, дозволяє їм більш розважливо реагувати на ризики для здоров'я.

Повідомлення про персональні профілактичні заходи є особливо корисними, оскільки це спонукає людей брати на себе певну відповідальність за своє здоров'я.

Ключові вимоги до повідомлень:

- зробити повідомлення простим та лаконічним: бажано, щоб у ньому була одна основна думка; якщо це неможливо, то обмежитися двома чи трьома; буде краще, якщо в людей сформується чітке уявлення про щось одне, ніж якщо вони будуть спантеличені або перевантажені занадто великою кількістю фактів;
- використовувати відповідну мову, заздалегідь протестувати повідомлення на представниках цільової аудиторії, щоб переконатися, що його правильно зрозуміють;
- забезпечити, щоб зміст був науково обґрунтованим і достовірним, щоб формат повідомлення відповідав його змісту, і переконатися в тому, що його доставляє особа, яка заслуговує на довіру; зберігати цю послідовність протягом усієї кампанії за допомогою логічних інформаційних бюлетенів, довідкових матеріалів, заяв із викладом позиції тощо;
- використовувати належний тон, тобто переконатися, що тон відповідає переданому повідомленню;
- закликати людей до дії: підготувати таке повідомлення, яке не тільки переконує людей у чомусь за допомогою надійних даних та твердої логіки, а й описує дії, які очікуються від цільової аудиторії.

При створенні планів інформаційно-роз'яснювальної діяльності на системному рівні найважливіше значення має визначення цілей. Багато інформаційно-роз'яснювальних кампаній, спрямованих на зміну традиційних

підходів до утримання внутрішнього середовища житла, мають довгострокові перспективи. Прогрес шляху до майбутньої стратегічної мети досягається невеликими кроками, тобто у вигляді виконання низки цілей на найближчу перспективу. Реалізація деяких із них може піти не так, як планувалося, але загалом справа рухатиметься у правильному напрямку.

Завдання інформаційної кампанії, спрямованої на зміну поведінки населення з метою покращення якості повітря житлових приміщень, повинні відповідати критеріям SMART, тобто повинні бути:

- точними [Specific] (що докладно описують, чого хочеться досягти)
- вимірними [Measurable] (з результатами, що показують виконання завдання)
- доступними [Achievable] (можуть бути досягнуті)
- реалістичними [Realistic] (досяжні з використанням наявних ресурсів)
- із заданим терміном реалізації [Time-bound] (досягаються в межах встановленого періоду часу).

Також можна поставити чіткі завдання для інформаційно-пропагандистського процесу, такі як:

- забезпечення громадського обговорення питання;
- обговорення питання таким чином, щоб це більшою мірою сприяло просуванню політики в галузі громадського здоров'я (наприклад, запровадження обов'язкового моніторингу повітря приміщень тривалого перебування дітей тощо);
- дискредитація супротивників цілей громадського здоров'я (протидія будівельним компаніям-порушникам санітарних норм або місцевим органам влади, що не виконують свої зобов'язання в певній частині питань, що стосуються громадського здоров'я).

Основна мета стратегії інформування про ризики шкідливого впливу середовища життєдіяльності людини полягає в тому, щоб дати аудиторії можливість приймати обґрунтовані рішення для захисту себе та інших.

Для запуску ефективної інформаційної стратегії слід надати відповідь на наступні чотири питання:

- Навіщо повідомляється ця інформація?
- Які зміни хочеться побачити в результаті повідомлення цієї інформації?
- Хто що повинен знати?
- Як повідомити те, що вимагає розголосу?

Процес інформування населення щодо ризиків, пов'язаних з якістю повітря в оселях, безпосередньо стосується діяльності відділів зв'язків із громадськістю та засобами масової інформації (ЗМІ), що є у складі Центрів з контролю та профілактики хвороб (ЦКПХ).

Після визначення та класифікування цільової аудиторії можна приступити до розробки стратегії.

Люди мають свої психологічні характеристики, які можуть суттєво вплинути на результати кампанії інформування, тобто можуть призвести до її успіху або провалу.

Переконливі повідомлення включають в себе детальну інформацію про вплив якості повітря в приміщенні на повсякденне життя окремих людей і суспільство в цілому. Дуже важливо формулювати повідомлення, керуючись саме цим, щоб розширити можливості цільової аудиторії, щоб головна думка була почута різними людьми.

Суспільство виявляє інтерес і увагу до різних тем та проблем. З огляду на це та розкриваючи пов'язані з проблемою аспекти, можна підвищити шанси на охоплення широкої аудиторії.

Також важливо зрозуміти, як аудиторія воліє отримувати інформацію, і подати повідомлення різними способами.

Слід використовувати просту, зрозумілу мову і пам'ятати, що наукові дослідження можуть бути важкими для розуміння середньостатистичним громадянином без медичної освіти. Фактичні дані повідомлення повинні

бути зрозумілою всім мовою. Ця підготовча робота приведе до значно більшого успіху.

При інформуванні про якість повітря в приміщенні слід враховувати такі поняття:

- якість повітря як детермінанта здоров'я; місця у приміщеннях, де можливий вплив забруднювачів;
- зовнішні та внутрішні джерела забруднення повітря всередині приміщень; характеристики забруднювачів в повітрі приміщень;
- здоров'я дітей і чому діти більш уразливі до впливу хімічних забруднювачів;
- заходи щодо запобігання/зниження ризику;
- як підтримувати чистоту повітря у приміщенні;
- передовий досвід.

Сьогодні існує великий перелік джерел інформації на вищезазначені теми, включаючи онлайн ресурси ВООЗ/

Фахівці з інформування про ризики повинні надавати повідомлення, засновані на інформації з надійних, опублікованих, фактичних джерел. Рецензовані публікації часто є найнадійнішими доступними джерелами. Проте дослідження можуть бути застарілими, як і результати можуть бути визнані недійсними за результатами поточних досліджень; тому важливо зібрати нові дані.

Ефективне складання картки засобів інформування забезпечить поширення повідомлень по кількох каналах, щоб аудиторія неодноразово отримувала інформацію, поради та рекомендації з цілого ряду джерел. Фахівці з поширення інформації знають, що канали зазвичай діляться на три основні категорії.

Перша категорія – ЗМІ, ці канали мають широке охоплення і включають телебачення, радіо, газети, журнали, зовнішню рекламу та рекламу в транспорті, пряму поштову розсилку та веб-сайти. Інформування через ці канали може бути безкоштовним при проведенні кампаній

соціальної реклами або може бути платним за використання певних платформ або за необхідності розміщення реклами в певний час.

Друга категорія – організації та спільноти, ці канали охоплюють конкретні групи осіб залежно, наприклад, від географічного розташування (конкретне село) чи загальних інтересів (професійне становище). Канали можуть містити засоби масової інформації для локалізованої аудиторії, такі як ток-шоу на місцевому радіо, інформаційні бюлетені організацій; заходи, такі як ярмарки здоров'я; збори у школах та на роботі в організаціях.

Третя категорія – міжособистісні зв'язки. Люди, які прагнуть отримати пораду або обмінятися інформацією про ризики для здоров'я, часто звертаються до членів сім'ї, друзів, медичних працівників, колег по роботі, вчителів, психологів та релігійних лідерів. Такі особисті обговорення найчастіше є найбільш надійними каналами отримання інформації про здоров'я.

Фактори, які слід враховувати при визначенні пріоритетних каналів, включають їхнє охоплення (кількість людей, які почують, побачать або прочитають повідомлення), а також те, як канал допомагає аудиторії запам'ятати повідомлення і який вплив він надає (чи наводить повідомлення до дії). Повсюдність та повторення повідомлення відіграє важливе значення для гарного прийняття інформації цільовою аудиторією та спонукання її до дій.

Фахівці системи громадського здоров'я повинні розглядати забруднення атмосферного та внутрішнього повітря як один із ключових факторів ризику для здоров'я населення, особливо дітей.

Вкрай важливо, щоб медичні працівники були обізнані щодо джерел шкідливого впливу довкілля у своїх регіонах і активно включали екологічні ризики до клінічної практики та профілактичної діяльності.

Роль працівників сектору громадського здоров'я в аспекті покращення якості повітря житлових приміщень та зниження негативного впливу поллютантів у повітря осель пов'язана з наступними питаннями:

- володіння актуальними знаннями про вплив забрудненого повітря на здоров'я дітей;
- ідентифікацію екологічних чинників, що сприяють розвитку хвороб, для ефективного лікування та профілактики ускладнень;
- участь у дослідженнях та поширенні практичних доказів щодо механізмів впливу довкілля на дитяче здоров'я, ефективності лікування, профілактичних підходів і стратегій управління ризиками;
- підвищення рівня обізнаності серед студентів, медичних працівників, родин і громад шляхом просвітницької роботи та надання рекомендацій щодо зменшення забруднення повітря в закритих приміщеннях;
- організацію професійної підготовки фахівців у галузі медицини та освіти з акцентом на екологічні ризики для здоров'я і методи їх мінімізації;
- сприяння інтеграції питань взаємозв'язку довкілля та здоров'я дітей до навчальних програм медичних і педагогічних закладів;
- взаємодію з органами влади для підтримки високих стандартів безпеки, впровадження систем моніторингу та захисту вразливих груп, зокрема дітей.

Підвищення обізнаності населення щодо наявних ризиків для здоров'я мотивує до активного виявлення джерел забруднення у власному житловому середовищі та прийняття рішень щодо їх усунення. У цьому контексті виявлення джерел забруднення повітря – важливий крок у формуванні безпечного середовища проживання. Усвідомлення небезпек, пов'язаних із впливом хімічних, біологічних і фізичних факторів, стимулює мешканців до оцінки стану повітря, запровадження превентивних заходів, таких як поліпшення вентиляції, відмова від матеріалів сумнівної якості, зменшення використання побутової хімії тощо. Такий підхід безпосередньо сприяє

зменшенню рівня впливу забруднювачів на організм людини та зниженню загального тягаря пов'язаних із цим захворювань у популяції.

До основних джерел забруднення повітря житлових приміщень належать:

- газові плити, обігрівачі та інші джерела відкритого вогню у процесі експлуатації яких виділяються шкідливі продукти згорання;
- видихуване повітря людини, яке містить вуглекислий газ, водяну пару та біологічні частинки;
- поверхні тіла, одягу, побутових відходів, що містять органічні речовини, які можуть забруднювати повітря житлових приміщень;
- побутова хімія та синтетичні матеріали, що виділяють леткі органічні сполуки;
- вентиляція, в результаті поганої роботи якої накопичуються мікроорганізми в повітрі житлових приміщень;
- атмосферне повітря, що містить забруднювачі (викиди промисловості, автотранспорту, пилові частинки), яке проникає із зовнішнього середовища до приміщення.

Основні джерела забруднення повітря в житлових приміщеннях, наведені вище, становлять важливу складову для розуміння ризиків, що виникають у повсякденному побутовому середовищі. Усі зазначені фактори можуть мати значний негативний вплив на якість повітря та, відповідно, на здоров'я мешканців. Джерела забруднення та речовини, які можуть забруднювати повітря житлових приміщень зображено на рис. 3.1.

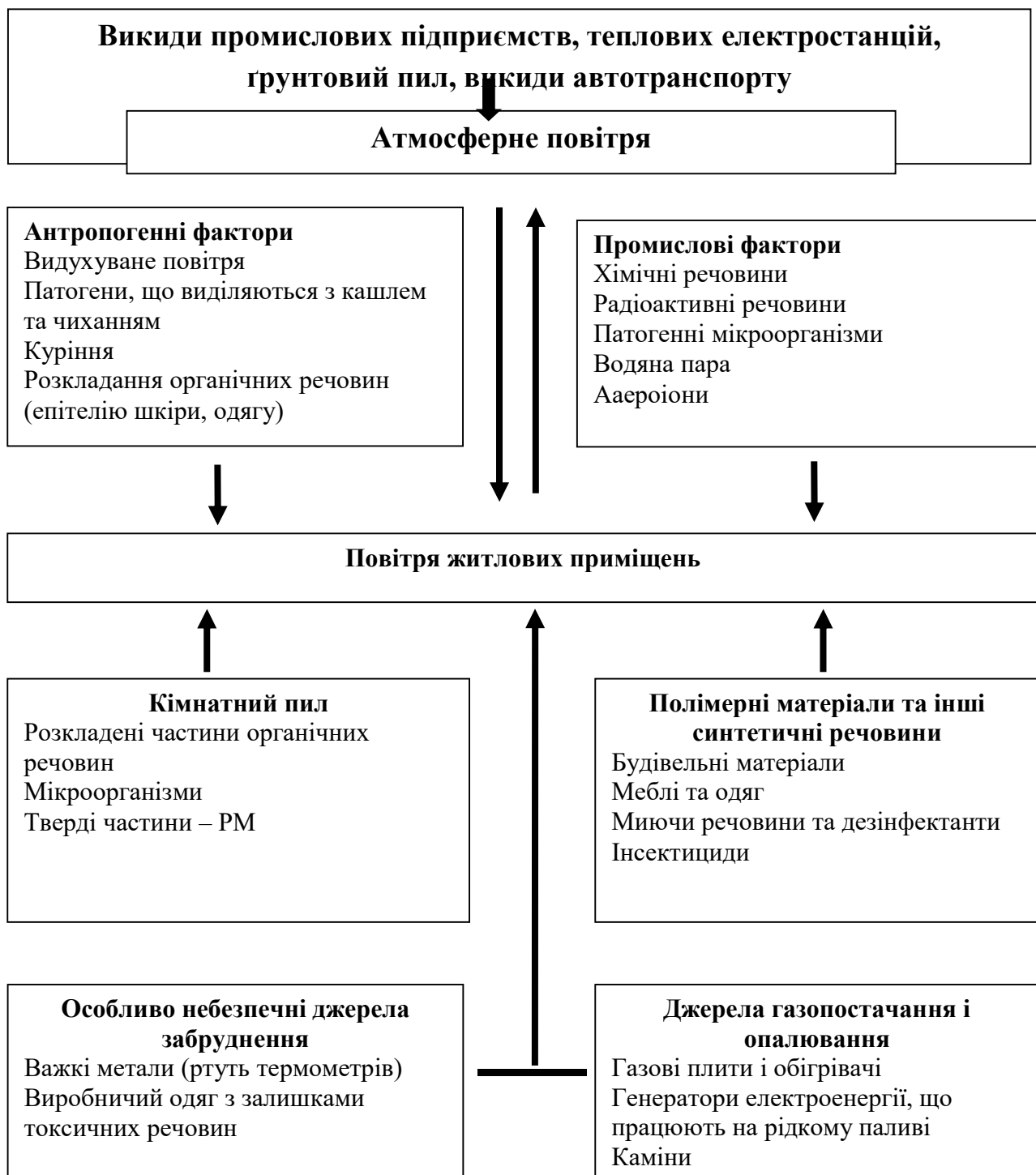


Рис. 3.1. Схематичне зображення джерел забруднення та забруднюючих речовин повітря житлових приміщень

У сучасних умовах воєнного стану, частих блекаутів та перебоїв у централізованому опаленні все частіше використовуються альтернативні джерела тепла, включаючи відкриті системи спалювання природного газу. Це призводить до суттєвого погіршення якості повітря у квартирах, зокрема на кухнях, де концентрації шкідливих речовин – таких як оксид вуглецю (CO),

діоксид вуглецю (CO_2), формальдегід, бензол, оксиди азоту – можуть перевищувати допустимі рівні.

Особливо тривожним є підвищений вміст 3,4-бензпірену, відомого канцерогену, у повітрі газифікованих квартир. Тривалий вплив цих сполук може викликати хронічні інтоксикації, дихальні захворювання, серцево-судинні порушення та інші стани, що значно погіршують якість життя населення. Зміни фізико-хімічних параметрів повітряного середовища кухонь та інших житлових приміщень залежать від тривалості горіння газу і навантаження горілок у вигляді різноманітного посуду, що перешкоджає достатньому доступу повітря до вогняних факелів і збільшує ці зміни. Дія комплексу змін фізико-хімічних властивостей повітряного середовища газифікованих квартир у найрізноманітнішому поєднанні його компонентів, які залежать від умов спалювання газу, несприятливо впливає на організм мешканців квартир.

Оксид вуглецю (CO) є одним із найнебезпечніших забруднювачів повітря житлових приміщень, особливо в умовах широкого використання відкритих джерел горіння, зокрема газових плит. У сфері громадського здоров'я саме цей токсичний компонент розглядається як серйозний фактор ризику, що впливає на стан здоров'я населення, спричиняючи підвищення рівня хронічної захворюваності.

Механізм токсичної дії CO пов'язаний не лише з утворенням карбоксигемоглобіну внаслідок зв'язування з гемоглобіном і розвитком гіпоксії (гемічної або гематогенної), а й із прямим впливом на клітинні ферменти. Хронічне вдихання навіть незначних концентрацій оксиду вуглецю призводить до довготривалих метаболічних порушень, що негативно позначаються на функціонуванні центральної нервової та серцево-судинної систем.

З точки зору громадського здоров'я, типовими проявами хронічної інтоксикації CO серед мешканців газифікованих квартир є: головний біль,

швидка втомлюваність, зниження пам'яті та концентрації, емоційна нестабільність, розлади сну та серцевого ритму.

Окрім функціональних порушень, тривалий вплив СО може спричинити органічні зміни в діяльності кори та підкіркових структур головного мозку, вегетативної регуляції, а також кровотворної системи (зокрема поліглобулію та схильність до гіпотензії). На тяжкість інтоксикації впливають не лише рівні карбоксигемоглобіну, а й одночасна дія інших хімічних забруднювачів, а також несприятливі фізичні умови середовища.

Серед значущих факторів забруднення повітря житлових приміщень важливу роль відіграє видихуване людьми повітря. Воно містить менше кисню, ніж атмосферне, і характеризується підвищеним вмістом вуглецю діоксиду (CO_2), надлишком водяної пари, нагрітою до температури тіла, а також відсутністю аероіонів, що знижує якість повітряного середовища. Такий склад повітря призводить до зниження рівня кисневого обміну, що негативно позначається на загальному самопочутті мешканців.

Особливе значення для громадського здоров'я має те, що повітря в житлових приміщеннях забруднюється також продуктами життєдіяльності людини. За даними гігієнічних досліджень, у повітрі житла може міститися до 400 різних хімічних речовин, серед яких – аміак і його сполуки, альдегіди, ацетон (кетони), органічні кислоти, леткі вуглеводні, сірководень, індол, фенол, скатол тощо. Багато з цих речовин мають подразливу, сенсibiliзуючу або токсичну дію, що може спричиняти як гострі симптоми ураження (головний біль, слабкість, алергічні реакції), так і хронічні зміни в організмі.

Таке забруднення повітряного середовища є потенційним фактором підвищення захворюваності населення. Вплив зазначених сполук може сприяти загостренню бронхіальної астми, алергічних ринітів, а також розвитку функціональних порушень нервової системи.

У сучасному будівництві полімерні матеріали набули широкого поширення, що обумовлено їхньою функціональністю, доступністю та енергоефективністю. Лише у будівельній сфері налічується понад 100 видів

таких матеріалів, які застосовуються для оздоблення підлог, стін, гідро- і теплоізоляції віконних та дверних блоків, створення шумоізоляційних конструкцій, а також для виготовлення синтетичних клеїв, лакофарбових виробів, водоемульсійних фарб тощо.

Однак з гігієнічної точки зору полімерні матеріали становлять потенційну загрозу для здоров'я населення. Їхньою спільною негативною властивістю є вивільнення у повітряне середовище ЛОР, включаючи формальдегід, толуол, бензол та інші токсичні компоненти. Також спостерігається накопичення зарядів статичної електрики, порушення волого- та теплообміну в приміщеннях, що негативно впливає на мікроклімат та якість повітря, створюючи додаткові ризики для здоров'я.

Крім того, використання синтетичних матеріалів нерідко супроводжується виділенням небезпечних хімічних речовин, таких як радіоактивні сполуки, азбестовий пил, консерванти для меблів, ароматизатори, дезодоранти, миючі порошки тощо. Ці речовини можуть:

- спричиняти алергічні реакції;
- порушувати оваріально-менструальну функцію у жінок;
- збільшувати загальну захворюваність населення;
- чинити ембріотоксичний та нейротоксичний вплив;
- бути фактором підвищеного онкологічного ризику.

З огляду на ці загрози, надзвичайно важливо, щоб усі матеріали, що пропонуються до використання у житловому будівництві, проходили обов'язкову гігієнічну експертизу та сертифікацію, з урахуванням їхньої емісії шкідливих речовин. При цьому концентрації летких речовин у приміщеннях не повинні перевищувати гранично припустимих значень (ГПК) для атмосферного повітря. Якщо у приміщенні присутні кілька шкідливих сполук, їхній сумарний індекс забруднення не повинен перевищувати 1, що є критично важливим критерієм для захисту здоров'я населення.

Додатковим фактором ризику є мікробіологічне забруднення повітря. У житлових приміщеннях значна кількість патогенних мікроорганізмів може потрапляти в повітря внаслідок дихання, кашлю або чхання хворих і бацилоносіїв. Під час одного акту чхання утворюється до 1000 краплин, які можуть містити від 4 000 до 150 000 збудників інфекцій. Таке повітря є небезпечним з епідеміологічної точки зору та може сприяти поширенню туберкульозу, грипу, дифтерії, скарлатини та інших інфекцій, що напряду підвищує захворюваність серед населення.

Окрім внутрішніх джерел, значний внесок у забруднення повітря житлових приміщень можуть здійснювати атмосферні забруднювачі з вулиць, що проникають через вікна, двері, системи вентиляції або щілини в конструкціях будівель. Особливо небезпечно це для житла, розташованого у безпосередній близькості до автомагістралей, промислових об'єктів, транспортних вузлів.

Доведено, що оксид вуглецю (CO) та інші шкідливі компоненти відпрацьованих газів автотранспорту (NO₂, бензол, формальдегід, тверді частинки) здатні підніматися на висоту 5–8 поверхів, забруднюючи повітря не лише на рівні вулиць, а й у квартирах багатоповерхових будинків. Це створює небезпеку для здоров'я населення, яке постійно перебуває в умовах хронічного впливу низьких доз токсичних речовин.

До основних заходів з мінімізації джерел забруднення повітря житлових приміщень належать:

1.) Технічна модернізація побутових приладів. Один із ключових напрямів профілактики впливу забрудненого повітря в житлових приміщеннях. Він полягає в оновленні та вдосконаленні побутового обладнання. Насамперед йдеться про перехід від використання газових плит, колонок і опалювальних пристроїв на електричні або індукційні аналоги, які не продукують токсичних продуктів згоряння, таких як оксид вуглецю (CO), оксиди азоту (NO₂), формальдегід, бензол та інші леткі органічні сполуки. Використання електричних приладів значно знижує ризик гострих отруєнь,

алергічних реакцій, а також зменшує загальне токсичне навантаження на організм мешканців, особливо в умовах недостатньої вентиляції.

Не менш важливим є забезпечення ефективного відведення забрудненого повітря, що утворюється під час приготування їжі або опалення. Для цього необхідно встановлювати витяжні системи над плитами та іншими джерелами забруднення, які мають бути правильно змонтовані та виведені назовні, а не працювати на рециркуляцію повітря в приміщенні. Важливо також, щоб такі пристрої мали достатню потужність та експлуатувались відповідно до інструкцій, з регулярним очищенням фільтрів та технічним обслуговуванням.

Комплексна технічна модернізація побутових приладів, з урахуванням принципів енергоефективності та екологічної безпеки, може суттєво знизити рівень внутрішньоквартирного забруднення, тим самим сприяючи покращенню якості повітря в оселях і збереженню здоров'я мешканців. Вона є невід'ємною складовою державних і муніципальних програм покращення житлових умов, особливо в соціально вразливих групах населення.

2.) *Покращення вентиляції.* Ефективна вентиляція житлових приміщень є одним із найважливіших заходів первинної профілактики, що дозволяє суттєво зменшити концентрацію хімічних та біологічних забруднювачів у повітрі. Природна або механічна вентиляція забезпечує постійне надходження свіжого повітря ззовні та виведення забрудненого внутрішнього повітря, покращуючи циркуляцію і якість повітряного середовища.

Найпростіший спосіб забезпечення вентиляції – відкриття вікон і дверей. Такий підхід є ефективним, якщо дозволяють погодні умови, і за умови, що зовнішнє повітря є відносно чистим. Проте у випадках, коли житло розташоване поблизу автострад, промислових підприємств або інших джерел зовнішнього забруднення, відкриття вікон може мати зворотний ефект, підвищуючи рівень полутантів усередині приміщення. Аналогічно,

під час задимлення внаслідок лісових пожеж, пилових бур чи інверсій повітря, слід уникати провітрювання.

Для підтримання належного мікроклімату особливе значення має використання наявних систем механічної вентиляції. Так, витяжні вентилятори над кухонною плитою мають працювати під час приготування їжі, оскільки саме кухня є джерелом численних забруднюючих речовин (окис азоту, аерозолі жиру, волога). Аналогічно, витяжки у ванних кімнатах слід вмикати під час прийняття душу, щоб зменшити рівень вологості, яка сприяє росту плісняви та поширенню мікроорганізмів.

Окремої уваги заслуговує правильне встановлення вентиляційних систем: витяжні отвори повинні бути виведені назовні, а не просто циркулювати повітря в межах приміщення, що лише сприяє накопиченню забруднень. Якщо витяжка не має виходу на вулицю, варто поєднувати її використання з короткотривалим провітрюванням за умови задовільної якості зовнішнього повітря.

Дотримання правил вентиляції є критично важливим для захисту здоров'я мешканців. Регулярна циркуляція повітря сприяє зниженню ризику розвитку захворювань органів дихання, алергій, дерматологічних проблем і загального токсичного навантаження на організм.

3. Використання безпечних оздоблювальних матеріалів та меблів.

Одним із ефективних заходів запобігання хімічному забрудненню повітря в закритих приміщеннях є свідомий вибір оздоблювальних матеріалів і меблів, які мають низький рівень емісії ЛОС. Сучасні наукові дослідження доводять, що значна частина токсичних речовин у повітрі житлових приміщень походить не ззовні, а є результатом повільного випаровування з конструкційних та інтер'єрних елементів. Формальдегід, бензол, толуол, ксилол – основні представники цієї групи, що можуть виділятися з ДСП, МДФ, клеїв, лаків, фарб, вінілових шпалер, синтетичних тканин та полімерних покриттів.

З метою зниження ризиків для здоров'я населення, особливо вразливих категорій (діти, алергіки, хворі на астму), необхідно віддавати перевагу матеріалам з підтвердженим низьким рівнем емісії. В європейських країнах активно запроваджується система екологічного маркування, яка допомагає споживачам обирати продукцію, безпечну для здоров'я. Найбільш поширеними сертифікаційними стандартами є Blue Angel (Німеччина), EU Ecolabel (ЄС), GREENGUARD (США), які гарантують, що продукція відповідає критеріям мінімального впливу на якість повітря в приміщенні.

Крім того, важливо враховувати, що навіть матеріали з відносно безпечним складом можуть виділяти шкідливі речовини у перші тижні після встановлення. Тому доцільно планувати ремонт чи оновлення інтер'єру з можливістю тривалого провітрювання, уникати закупівель нових меблів перед зимовим сезоном, коли вікна переважно зачинені, а вентиляція обмежена.

Раціональний підхід до вибору оздоблення та меблів виступає важливою складовою стратегії попередження хронічного впливу забруднювачів на організм, знижуючи ризики алергій, респіраторних захворювань, порушень розвитку у дітей та загального токсичного навантаження на населення.

6. ***Зниження впливу побутової хімії.*** Побутова хімія є одним із найбільш поширених і водночас недооцінених джерел забруднення повітря в приміщеннях. Широкий спектр засобів для прибирання, миття посуду, дезінфекції, освіжувачів повітря та ароматизаторів містить ЛОС, які, випаровуючись у повітря, створюють хімічне навантаження на організм мешканців. Найчастіше в складі таких засобів присутні хлор, аміак, бензол, толуол, ацетон, трихлоретилен, формальдегід та інші речовини, які можуть спричиняти подразнення слизових оболонок, алергічні реакції, порушення дихання та накопичуватись в організмі, підвищуючи ризик хронічних захворювань.

Особливо вразливими до дії таких речовин є діти, вагітні жінки, особи з бронхо-легеневими захворюваннями, алергії або імунodefіцитними станами. У закритих, недостатньо провітрюваних приміщеннях концентрації небезпечних компонентів можуть сягати рівнів, що у декілька разів перевищують допустимі гігієнічні норми.

Одним з ефективних способів зменшення цього впливу є перехід на екологічно безпечні засоби – продукти, які не містять шкідливих розчинників, ароматизаторів та барвників. На ринку все частіше з'являються мийні та чистильні засоби з маркуванням "eco", "bio", "без фосфатів", "без хлору", проте важливо ретельно вивчати склад навіть таких продуктів. Альтернативою є використання натуральних інгредієнтів, таких як оцет, сода, лимонна кислота, перекис водню, які здатні забезпечити базовий рівень гігієни без утворення шкідливих випарів.

Додатково рекомендується уникати аерозольних форм побутової хімії, оскільки вони розпилюють дрібнодисперсні частинки, які легко проникають у нижні дихальні шляхи. Замість цього варто віддавати перевагу рідким, твердим або гелевим формам засобів, а також використовувати мікрофіброві ганчірки, пароочисники та інші фізичні методи очищення.

Зменшення впливу побутової хімії – це реальний крок до профілактики респіраторних, алергічних і навіть онкологічних захворювань, особливо в умовах багаторічного щоденного впливу у закритому житловому середовищі.

7. *Контроль за вологістю та розвитком мікрофлори* Підвищена вологість у приміщеннях є одним із головних чинників розвитку мікробіологічного забруднення, зокрема утворення плісняви та грибків. Ці мікроорганізми є серйозною загрозою для здоров'я мешканців, оскільки продукують алергени, леткі органічні речовини та мікотоксини – речовини, здатні викликати запальні та імунopatологічні реакції. Довготривалий контакт із пліснявою асоціюється з підвищеним ризиком розвитку бронхіальної астми, алергічного риніту, синуситу, дерматитів, а у чутливих осіб – навіть із загостренням хронічних легневих захворювань.

Оптимальний рівень вологості повітря у житлових приміщеннях повинен становити 40–60 %. В умовах перевищення цього показника створюються ідеальні умови для росту грибків на стінах, стелі, в кутах приміщення, за меблями або під покриттями для підлоги. Одночасно з цим накопичується конденсат на вікнах, дзеркалах і трубах, що є індикатором надлишкової вологості та сигналом до втручання.

До основних профілактичних заходів належать:

- регулярне провітрювання ванних кімнат, кухонь і приміщень із підвищеним рівнем вологості, особливо після приготування їжі, прийняття душу або сушіння білизни;
- використання витяжних вентиляторів або віконних провітрювачів у вологих зонах;
- своєчасне виявлення та усунення протікань водопостачання, каналізаційних труб, дахів, віконних швів, які часто є джерелами прихованої вологості;
- застосування осушувачів повітря або систем кондиціонування з функцією контролю вологості, особливо в оселях із поганою природною вентиляцією чи у вологих кліматичних умовах;
- регулярне прибирання і дезінфекція потенційно уражених ділянок (кути, місця за меблями, поверхні довкола сантехніки) із використанням безпечних протигрибкових засобів.

Важливо також уникати надмірного зволоження під час прибирання, сушіння білизни в кімнатах без витяжки та захаращення простору важкими меблями, що перешкоджають циркуляції повітря.

У контексті громадського здоров'я, профілактика надмірної вологості й плісняви є невід'ємною частиною заходів зі збереження мікроклімату в оселях, зниження ризику розвитку хронічних захворювань дихальної системи та підтримки загального добробуту мешканців.

8. **Використання кімнатних рослин.** Одним із природних та естетично привабливих способів покращення якості повітря в житлових

приміщеннях є використання кімнатних рослин, які здатні абсорбувати, фільтрувати та нейтралізувати низку шкідливих речовин, що циркулюють у повітрі. Дослідження, зокрема й дослідницька програма NASA з очищення повітря у закритих середовищах, продемонстрували, що окремі види декоративних рослин можуть ефективно поглинати формальдегід, бензол, толуол, ксилол, аміак, а також певну кількість діоксиду вуглецю, одночасно збагачуючи повітря киснем. Найкращими кімнатними рослинами для очищення повітря в приміщеннях є:

- Алоє (Aloe) – рослина з відомими лікувальними властивостями, яка також ефективно очищує повітря в приміщенні. Вона здатна поглинати до 90% формальдегіду, що виділяється з оздоблювальних матеріалів. Листя алоє виділяє фітонциди, які позитивно впливають на імунну систему та когнітивні функції.
- Драцена (Dracaena) – одна з найпотужніших природних систем фільтрації повітря. Вона нейтралізує до 70% шкідливих сполук, зокрема формальдегід, бензол, ксилол і трихлоретилен. Рекомендована для розміщення в кімнатах, вікна яких виходять на дороги з інтенсивним рухом.
- Сансевієрія (Sansevieria) – ефективно поглинає оксиди азоту та формальдегіди. Її універсальність дозволяє використовувати її в різних приміщеннях, зокрема на кухні або в дитячій кімнаті. Рослина також зміцнює імунітет і знижує негативний вплив синтетичних матеріалів.
- Хлорофітум (Chlorophytum) – одна з найкращих рослин для очищення повітря в невеликих приміщеннях (до 10 м²). Поглинає чадний газ і формальдегід, виділяє фітонциди, знезаражує повітря та бореться з патогенними мікроорганізмами.
- Бегонія (Begonia) – сприяє якісному сну та розслабленню. Також вона знижує вплив електромагнітного випромінювання від побутових приладів, що позитивно впливає на загальний стан організму та настрій.

- Спатифіллум (*Spathiphyllum*), відомий як «жіноче щастя», очищає повітря від токсичних речовин, зокрема бензолу, формальдегіду, аміаку та чадного газу. Також рослина зволожує повітря і зменшує кількість пилу.

- Герань (*Geranium*) – має виражену антибактеріальну, протизапальну та знеболювальну дію. Вона покращує якість повітря та сприяє полегшенню симптомів серцево-судинних захворювань, таких як ішемія, тахікардія, аритмія.

Кімнатні рослини сприяють також підвищенню вологості повітря, зменшенню статичної електрики, створенню сприятливого психологічного клімату, що позитивно впливає на емоційне здоров'я мешканців. Проте важливо пам'ятати про необхідність підтримання балансу, оскільки надмірне зволоження ґрунту або застій води в піддонах може сприяти росту плісняви та появі грибків, що є потенційними алергенами. Крім того, окремі види рослин можуть викликати алергічні реакції на пилок або бути токсичними для дітей і домашніх тварин. Для забезпечення максимального ефекту рекомендується:

- розміщувати 1 рослину на кожні 8–10 м² приміщення;
- регулярно очищувати листя від пилу;
- використовувати гіпоалергенні, перевірені сорти рослин;
- уникати надмірного поливу;
- забезпечити доступ до денного світла.

Застосування кімнатних рослин як природних фільтрів слід розглядати не як основний, а як допоміжний захід у системі зменшення забруднення повітря, що доповнює технічні та організаційні заходи профілактики. За правильного догляду вони можуть слугувати дієвим і природним інструментом збереження здоров'я в умовах закритого мікроклімату.

Так як забруднення повітря в приміщеннях залишається одним з найсерйозніших ризиків для здоров'я, то впровадження комплексу профілактичних заходів, спрямованих на покращення якості повітря в житлових приміщеннях як одного з ключових чинників зміцнення

громадського здоров'я є дуже важливим. Системний підхід до формування безпечного повітряного середовища має включати як технічні, так і поведінкові інтервенції на рівні домогосподарств і місцевих громад. Важливою складовою стратегії профілактики є просвітницька робота серед населення щодо факторів ризику, джерел забруднення повітря та можливостей їхнього контролю. Підвищення екологічної грамотності мешканців дозволяє формувати відповідальне ставлення до організації безпечного житлового середовища. Також пріоритетними напрямками профілактики є: забезпечення ефективної вентиляції (зокрема за допомогою механічних систем з фільтрацією), що дозволяє знижувати концентрації летких органічних сполук і CO₂; впровадження стандартів використання оздоблювальних матеріалів та меблів із низькою емісією шкідливих речовин; зменшення побутового використання токсичної хімії шляхом переходу до екологічно безпечних альтернатив на натуральній основі; контроль вологості у приміщенні за допомогою осушувачів повітря, вентиляційних систем та усунення джерел вологи (протікань, конденсату тощо); використання кімнатних рослин як природних біофільтрів, які здатні абсорбувати формальдегід, бензол, аміак та інші забруднювачі.

Загалом ефективна профілактика негативного впливу забрудненого повітря у житлових приміщеннях потребує міждисциплінарної взаємодії між фахівцями галузі охорони здоров'я, архітекторами, інженерами, освітянами, екологами та місцевими органами влади. Такий підхід відповідає принципам концепції «Єдине здоров'я» (One Health) і спрямований на зниження ризиків для населення.

ВИСНОВКИ

1. За даними ВООЗ та результатами міжнародних наукових досліджень, повітря у закритих приміщеннях у 4–6 разів забрудненіше, а його токсичність у 8–10 разів перевищує показники атмосферного повітря. Щороку забруднення повітря всередині приміщень спричиняє передчасну смерть до 3,2 мільйонів людей у країнах Європи. Ці випадки вважаються зворотними, тобто такими, що можуть бути попереджені шляхом удосконалення підходів до гігієнічної оцінки якості повітря. Важливим завданням є впровадження сучасних профілактичних заходів, спрямованих на зниження впливу шкідливих чинників на громадське здоров'я.

2. Аналіз літератури показав, що забруднення повітря в житлових приміщеннях є важливим фактором ризику для здоров'я населення. Основні шкідливі агенти – леткі органічні сполуки, формальдегід, пил та біоаерозолі – здатні викликати респіраторні, алергічні, серцево-судинні та інші хронічні захворювання. Найбільш уразливими є діти, вагітні, літні люди та особи з хронічними недугами. Підтверджено необхідність системного моніторингу якості повітря та впровадження профілактичних заходів у сфері громадського здоров'я.

3. Анкетне опитування мешканців багатоквартирних будинків м. Києва показало високу поширеність скарг на порушення самопочуття, зокрема загальну втому, зниження працездатності, подразнення слизових оболонок, респіраторні та алергічні симптоми. Ці прояви корелювали з умовами проживання та вказують на можливий вплив забрудненого повітря житлових приміщень. Встановлено, що жінки та діти є більш чутливими до факторів внутрішнього середовища, таких як вологість, запахи, вентиляція. Скарги зменшувались після виходу з будівлі, що узгоджується з ознаками «синдрому хворої будівлі». Отримані результати підкреслюють важливість ранньої ідентифікації екологічних ризиків для громадського здоров'я.

4. Результати дослідження рівнів хімічного забруднення повітря виконаних ДУ «Київський міський ЦКПХ МОЗ України» демонструють, що серед приміщень, які обстежувалися у плановому порядку, наявність хімічних забруднювачів була встановлена у 17,8 % (від 4,7 % до 23,7 %) випадків, а під час обстежень приміщень за скаргами громадян – у 74,5% (від 40,6 % до 86,4 %), переважно скарги громадян були обумовлені неприємним запахом повітря. Встановлено, що основними причинами хімічного забруднення повітря в оселях є відсутність або неефективна вентиляція, недотримання санітарних норм, проведення ремонтів у присутності людей та наявність джерел емісії хімічних речовин. Підтверджено потребу в активнішому інформуванні населення, особливо щодо ризиків для дітей та інших вразливих груп. Проблема впливу хімічних речовин з полімерних матеріалів на повітря житлових приміщень є актуальною на глобальному рівні. Необхідна корекція існуючих підходів до оцінки ризиків із врахуванням токсикологічних критеріїв та чутливості окремих груп населення (дітей, вагітних, літніх осіб).

5. Дослідження букального епітелію за МЯ-тестом за скаргами мешканців багатоквартирних будинків м. Києва, демонструють, що цитоморфологічні та цитогенетичні порушення по відношенню до фізіологічних меж переважно проявлялися у вигляді каріорексису, подвоєння ядра, появою епітеліоцитів з перинуклеарними вакуолями, або вакуолізацією ядра. МЯ виявлені у широкому діапазоні 0,3-7,0 %. Безумовно, слід враховувати багатофакторність впливу широкого спектру летючих органічних сполук у складі повітря житлових приміщень, концентрації яких, окрім формальдегіду, також можуть істотно перевищувати ГДК.

6. Проведення просвітницьких кампаній серед населення щодо джерел забруднення, правил прибирання, вибору матеріалів і регулярного провітрювання є ефективним інструментом довготривалої профілактики. За дослідженнями, рівень знань про якість повітря у населення низький, а більшість людей не асоціюють алергії або головні болі з внутрішніми

забруднювачами. Таким чином, в умовах відсутності єдиних стандартів для оцінки якості повітря житлових приміщень, вкрай важливим є профілактична робота з населенням, яка націлена на поширення правдивої інформації про стан повітря в оселях, ризики для здоров'я мешканців, зокрема особливо чутливих контингентів.

7. Технічна модернізація побутових приладів – ключовий напрям профілактики забруднення повітря в житлі. Вона передбачає заміну газових плит, колонок і опалювальних пристроїв на електричні або індукційні, які не виділяють токсичних речовин (CO, NO₂, формальдегід тощо). Це знижує ризик отруєнь, алергій і токсичного навантаження, особливо при недостатній вентиляції. Важливо також встановлювати ефективні витяжні системи, які правильно виводять забруднене повітря назовні, мають достатню потужність і регулярно обслуговуються. Комплексна модернізація з урахуванням енергоефективності сприяє зниженню забруднення і покращенню здоров'я мешканців, є частиною державних і муніципальних програм, особливо для соціально вразливих груп.

8. Важливо встановити системи природної та примусової вентиляції, які забезпечать належний повітрообмін. Також використовувати рекуператори повітря з фільтрацією забруднювачів, що проникають із зовнішнього середовища. Необхідно регулярно провітрювати приміщення особливо кухні, ванні кімнати та спальні.

9. Обмеження використання шкідливих матеріалів та побутової хімії. Під час ремонту бажано використовувати будівельні та оздоблювальні матеріали, якщо це можливо, з позначкою «екологічно безпечно». Побутову хімію теж потрібно купувати з маркуванням «еко» або «безпечна для здоров'я», уникати ароматизованих та аерозольних засобів.

10. Використання кімнатних рослин. Багато кімнатних рослин поглинають шкідливі речовини. Водночас варто уникати надмірного зволоження ґрунту й враховувати ризики алергії.

11. Важливим є підтримання оптимального рівня вологості (40–60%) для запобігання розмноженню плісняви та мікроорганізмів. Регулярне вологе прибирання, очищення кондиціонерів та фільтрів повітря теж запобігатиме розвитку мікрофлори.

12. На сучасному етапі розвитку національної системи охорони здоров'я, що відображена у положеннях закону України «Про систему громадського здоров'я» актуальним є створення умов для гармонізації міжнародних і національних підходів з оцінки якості повітря житлових приміщень, як важливої детермінанти здоров'я.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Development of WHO Guidelines for Indoor Air Quality: report on working group meeting (Germany, 23–24 October 2006) World Health Organization, Regional Office for Europe. Copenhagen, 2006. 27 с.
2. EPA. Indoor Air Quality. U.S. Environmental Protection Agency. 2023. Режим доступу: <https://www.epa.gov/indoor-air-quality-iaq>.
3. Asikainen A. та ін. Reducing burden of disease from residential indoor air exposures in Europe (HEALTHVENT project). Environmental Health. 2016. №15(S1). P. 61–72. doi:10.1186/s12940-016-0101-8.
4. Fisk W. J. та ін. Health and productivity gains from better indoor environments and their relationship with building energy efficiency // Annual Review of Energy and the Environment. 2007. 25(1). – P. 537–566.
5. Jones A. P. Indoor air quality and health. Atmospheric Environment. 1999. № 28. P. 4535–4564. – doi:10.1016/S1352-2310(99)00272-1.
6. Krzyzanowski M., Kuna-Dibbert B., Schneider J. Health effects of transport-related air pollution. – Copenhagen: WHO Europe, 2005. – 144 с.
7. Nazaroff W. W. Indoor particle dynamics // Indoor Air. – 2004. – Vol. 14(S7). – P. 175–183.
8. Sundell J. On the history of indoor air quality and health // Indoor Air. – 2004. – Vol. 14(Suppl. 7). – P. 51–58.
9. WHO. Public Health and Environment (PHE): household air pollution. Population using solid fuels (%) [Електронний ресурс]. – Geneva: WHO, 2015. – Режим доступу: http://gamapserver.who.int/gho/interactive_charts/phe/iap_exposure/atlas.html.
10. WHO. WHO guidelines for indoor air quality: selected pollutants. Copenhagen: World Health Organization, 2010. 454 с. URL: <https://iris.who.int/handle/10665/260127>
11. WHO (2005). Effects of air pollution on children's health and development. A Review of the evidence. Copenhagen: WHO Regional Office for Europe.

Електронний ресурс. Режим доступу:
<https://apps.who.int/iris/handle/10665/107652>.

12. Оборона Т.С., Проданчук М.Г. Сучасні підходи до гігієнічної оцінки хімічних забруднювачів, які мігрують з полімерних матеріалів в повітря житлових приміщень. Журнал «Клінічна та профілактична медицина» (на етапі опрацювання, планується до друку у 2021 р.).

13. WHO (2010). Protecting children's health in a changing environment Report of the Fifth Ministerial Conference on Environment and Health. Електронний ресурс: <https://apps.who.int/iris/handle/10665/326468>.

14. World Health Organization. (2010). WHO guidelines for indoor air quality: selected pollutants. Copenhagen: WHO Regional Office for Europe.

15. Hänninen O, Asikainen A, editors (2013). Efficient reduction of indoor exposures. Health benefits from optimizing ventilation, filtration and indoor source controls. Helsinki: National Institute for Health and Welfare. Електронний ресурс.

Режим доступу:
http://www.julkari.fi/bitstream/handle/10024/110211/RAP2013_002_3rd%20edition_25%2011%202014_web.pdf?sequence=1&isAllowed=y.

16. Hänninen O, Lebret E, Ilacqua V, Katsouyanni K, Künzli N, et al. Infiltration of ambient PM_{2.5} and levels of indoor generated non-ETS PM_{2.5} in residences of four European cities. Atmos Environ. 2004;38:6411–23. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.atmosenv.2004.07.015>.

17. Gabriel MF, Felgueiras F, Fernandes M, Ribeiro C, Ramos E, Mourao Z. et al, (2020). Assessment of indoor air conditions in households of Portuguese families with newborn children. Implementation of the HEALS IAQ checklist, Environ. Res. 182. doi:10.1016/j.envres.2019.108966.

18. Nakayama Y., Nkaoka H., Suzuki N., Tsumura K., Hanazato M., Todaka E., Mori C. Prevalence and risk factors of re-sick building syndrome: characteristics of indoor environmental and individual factors. Environmental Health and Preventive Medicine. (2019) 24:77.

19. Nakaoka H., Toda E., Saito I., Watanabe M. et al. Corrlating the symptoms of sick-building syndrome to indoor VOCs concentration levels and odour. *Built Environ.* 2014;23:804-13.
20. Sun Z., Zhu D. Exposure to outdoor air pollution and its human-related health outcomes: an evidence gap map. *BMJ Open.* 2019;9:e031312.
21. Рингач Н.О., Власик Л.І., Власик Л.І., Колодницька Т.Л. Урбанізація і вплив на здоров'я забруднення повітря в Україні: загрози та можливості. *Буковинський медичний вісник.* 2022. Т. 26, №2(102).
22. Krieger J., Higgins D.L. Housing and Health: time again for Public Health action. *American Journal of Public Health.* 2002, Vol. 92, №5. 758-768.
23. Chemical pollution of indoor air and its risk for children's health. WHO. URL: <https://iris.who.int/bitstream/handle/10665/341984/9789289055628-eng.pdf> (дата звернення: 10.04.2025).
24. WHO (2017). Inheriting a sustainable world? Atlas on children's health and the environment. Geneva: WHO. <https://apps.who.int/iris/handle/10665/254677>.
25. Rumchev K. B., Spickett J. T., Bulsara M. K. et al. Association of domestic exposure to volatile organic compounds with asthma in young children. *Thorax.* 2004. Vol. 59. № 9. P. 746–751.
26. Vinh van tran, Duckshin park, Young-chul lee. Indoor air pollution, associated human diseases, and recent trends in controlling and improving indoor air quality. *Int j environ res public health.* 2020 23 квітня. 17 (8). 2927. doi: 10.3390/ijerph17082927.
27. ВООЗ (2018 г.). Забруднення повітря і здоров'я дітей. Рекомендуємо чисте повітря. Женева: ВООЗ. <https://apps.who.int/iris/bitstream/handle/10665/275595/WHO-CED-PHE-18.01-rus.pdf?ua=1>.
28. WHO. Housing and health Guidelines. Geneva: World Health Organization; 2018. Licence. CC BY-NC-SA 3.0 IGO.
29. Satish U., Mendell M. J., Shekhar K. et al. Is CO₂ an indoor pollutant? Direct effects of low-to-moderate CO₂ concentrations on human decision-making

- performance. *Environmental Health Perspectives*. 2012. Vol. 120. № 12. P. 1671–1677.
30. Klepeis N. E., Nelson W. C., Ott W. R. et al. The National Human Activity Pattern Survey (NHAPS): a resource for assessing exposure to environmental pollutants. *Journal of Exposure Analysis and Environmental Epidemiology*. 2001. Vol. 11, № 3. P. 231–252.
 31. Alessandro D.D., Appolloni L. Housing and health: an overview. *Ann Ig*. 2020; 32(5 Suppl 1): 17-26.
 32. Taylor L.A. Housing and health: an overview of the literature. *Health Affairs Health Policy Brief*, 2018.
 33. Гричишин Н.М. Якість атмосферного повітря за вмістом твердих мікрочастинок (PM_{2,5}) у містах України в умовах карантину і воєнного стану. *Вісник ЛДУБЖД*. 2023Б №27. С. 6-15.
 34. Естілл Я. Вплив на здоров'я та соціальні витрати, пов'язані із забрудненням повітря у великих містах України. Підсумковий звіт. UNDP. Швейцарія. 2022. 32.с.
 35. U.S. Environmental Protection Agency (EPA). (2023). Safer Choice Program. <https://www.epa.gov/saferchoice>.
 36. Mendell M. J., Mirer A. G., Cheung K. et al. Environmental risk factors and work-related lower respiratory symptoms in 80 office buildings: an exploratory analysis of NIOSH data. *American Journal of Industrial Medicine*. 2002. Vol. 42. № 5. P. 295–307.
 37. Weschler, C. J. (2009). Changes in indoor pollutants since the 1950s. *Atmospheric Environment*, 43(1), 153–169.
 38. Alemayehu Y.A., Asfaw S.L., Terfie T.A. Exposure to urban particulate matter and its association with human health risks. *Environmental science and pollution research international*. 2020. Vol. 27, №22. P.27491-27506.
 39. Csobod E, Annesi-Maesano I, Carrer P, Kephelopoulos S, Madureira J, Rudnai P et al (2014). SINPHONIE (Schools Indoor Pollution and Health Observatory Network in Europe): Final report. Luxembourg: Publications Office

of the European Union. Електронний ресурс. Режим доступу: <https://op.europa.eu/en/publication-detail/-/publication/b1243a1b-317b-422f-b6cf-645b693b3cdf/language-en>.

40. Raw, G. J. et al. (2001). The effects of improving ventilation on symptoms of Sick Building Syndrome. *Indoor Air*, 11(1), 22–26.

41. Sundell, J. et al. (2011). Ventilation rates and health: multidisciplinary review of the scientific literature. *Indoor Air*, 21(3), 191–204.

42. Калашніков А.А., Бобильова О.О., Оборона Т.С., Фокіна Т.А. Перспективні напрямки щодо використання методів оцінки ризику для здоров'я населення будівельних матеріалів на прикладі древопластиків відповідно до системи технічного регулювання, прийнятої в Україні. Журнал «Український журнал сучасних проблем токсикології» (на етапі опрацювання, планується до друку у 2021 р.).

43. Дишнієвич Н.Є. Вплив полімерних матеріалів і критерії небезпеки / Н.Є. Дишнієвич // СЕС профілактична медицина. –2006. –№ 3. –С. 54–59.

44. Оборона Т.С., Потебенько М.В., Курділь Н.В. Дослідження впливу полімерних матеріалів як джерела хімічного чинника малої інтенсивності в повітрі житлових приміщень. Матеріали II Міжнародної науково-практичної конференції «Trends in the scientific development», 28 вересня-01 жовтня 2021 р., Ванкувер, Канада. С.190 – 194.

45. Проданчук М.Г., Дишнієвич Н.Є., Баглій Є.А. Обґрунтування необхідності приведення у відповідність з міжнародними вимогами критеріїв оцінки безпечного для здоров'я людини застосування полімерних будівельних матеріалів / М.Г. Проданчук, Н.Є. Дишнієвич, Є.А. Баглій // Сучасні проблеми токсикології. – 2003. – № 3. – С. 4–9.

46. Salthammer, T. (2011). Formaldehyde in the indoor environment. *Chemical Reviews*, 110(4), 2536–2572.

47. Bonnefoy X. Inadequate housing and health: an overview. *International Journal of Environment and Pollution*. 2007;30(3-4):411-29.

48. Indoor air quality guidelines: household fuel combustion. Geneva: World Health Organization; 2014.
49. WHO. (2009). Natural ventilation for infection control in health-care settings. Geneva: World Health Organization.
50. Indoor Volatile Organic Compounds in Atopy Patients' Houses in South Korea / [Dal Woong Choi, Kyong Whan Moon, Sang Hoon Byeon et. al.] // Indoor and Built Environment. - 2009. - Т. 18. - № 2. - Р. 144-154.
51. Rumchev K. B., Spickett J. T., Bulsara M. K. et al. Association of domestic exposure to volatile organic compounds with asthma in young children. Thorax. 2004. Vol. 59. № 9. P. 746–751.
52. Посудін Ю.І. Вплив летких органічних сполук у повітрі приміщень на здоров'я людини / Ю.І. Посудін // Довкілля та здоров'я. - № 4. – 2011.- С. 54.
53. Санітарно-гігієнічний стан повітряного середовища житла в зв'язку з застосуванням полімерних матеріалів будівельного та побутового призначення / О.І. Волощенко, О.М. Голіченков, В.І. Ляшенко, О.В. Раєцька // Матеріали XIV з'їзду гігієністів України Гігієнічна наука та практика на рубежі століть. – Т. 1. – Д., 2004. - С. 148-250.
54. Оборона Т.С., Проданчук М.Г., Чумак С.П., Бобильова О.О., Курділь Н.В., Перегуда О.Л. Якість повітря житлових приміщень як важлива детермінанта здоров'я та пріоритетне завдання у галузі гігієни середовища життєдіяльності людини. ЄС. Єдине здоров'я та проблеми харчування України. 2023. 1(58). С. 7-18. doi: 10.33273/2663-9726-2023-58-1-7-18.
55. Голіченков О.М. Гігієнічні аспекти комбінованої дії фенолу, стиролу і формальдегіду, як основних забруднювачів повітря житлових приміщень / О.М. Голіченков // Гігієна населених місць: зб.наук.пр. – Вип. 40. – К., 2002. - С. 54-62.
56. Andrade M.C. Cytogenetic biomonitoring in buccal mucosal cells from municipal solid waste collectors / M.C. Andrade, J.N. DosSantos, P.R. Cury, A.C. Flygare, S.R. Claudio, C.T.F. Oshimaetal. // Anticancerresearch. — 2017. — Vol. 37, No. 2. —P. 849–852.

57. Bonassi S., Coskun E., Ceppi M., Lando C., Bolognesi C., et al. The Human micronucleus project on exfoliated buccal cells (HUMN(XL)): the role of lifestyle, host factors, occupational exposures, health status, and assay protocol. *Mutat Res.* 2011 Nov-Dec; 728(3):88-97. doi: 10.1016/j.mrrev.2011.06.005.
58. Оборона Т.С., Лісовська В.С., Курділь Н.В., Чермних Н.П. Використання мікроядерного тесту як методу оцінки ризику генетичних пошкоджень у осіб, що проживають в умовах «хворої будівлі». Матеріали науково-практичної конференції з міжнародною участю «Екологічні та гігієнічні проблеми сфери життєдіяльності людини» (Київ, 15 березня 2023 р.) / за загальною редакцією член-кор. НАМН України, професора С.Т. Омельчука. – К.: МВЦ «Медінформ», 2023. – 224 с. С. 152.
59. Лісовська В.С., Зубко О.С., Оборона Т.С., Курділь Н.В., Чермних Н.П. Сучасний погляд на використання мікроядерного тесту як інструмент оцінки ризику, пов'язаного з впливом факторів навколишнього середовища. Матеріали науково-практичної конференції з міжнародною участю «Актуальні питання хімічної безпеки, протирадіаційного захисту та оцінки ризиків хімічного та радіаційного впливу на здоров'я людини та середовище її життєдіяльності через призму сучасних ХБРЯ загроз», Українська військово-медична академія. м. Київ, 28-29 вересня 2023 р. С. 72-74.
60. Speit G., Schmid O. Local genotoxic effects of formaldehyde in humans measured by the micronucleus test with exfoliated epithelial cells. *Mutat Res.* 2006 Sep;613(1):1-9. doi: 10.1016/j.mrrev.2006.02.002.
61. Effective Communications: Participants handbook
62. WHO. Guidelines for indoor air quality: dampness and mould. 2009
63. WHO. Household air pollution and health. Fact sheet. World Health Organization. 2024. URL: <https://www.who.int/news-room/fact-sheets/detail/household-air-pollution-and-health>
64. Beitz C. Cleaning Products Can Pollute Your Home's Air, Study Finds // Real Simple. 2024. URL: <https://www.realsimple.com/indoor-air-quality-study-11682840>