

UDK (616-092.11+616-036.12):69

**Yurii Tsiuriupa**, Senior Lecturer, PhD student of the Department of Environmental Protection Technologies and Labour Safety

ORCID ID: <https://orcid.org/0009-0001-2654-0270> **e-mail:** [jurij.zurupa@gmail.com](mailto:jurij.zurupa@gmail.com)

**Viktoriiia Sakhnovska**, PhD student of the Department of Labor Protection and Environment

ORCID ID: <https://orcid.org/0000-0002-2489-7276> **e-mail:** [vsahnovskaya@gmail.com](mailto:vsahnovskaya@gmail.com)

Kyiv National University of Construction and Architecture, Kyiv, Ukraine

## **SICK BUILDING SYNDROME: UNCERTAINTY OF CAUSES AND CHALLENGES OF CLASSIFICATION**

**Abstract.** *The article addresses the problem of developing a universal classification of negative factors associated with Sick Building Syndrome (SBS), taking into account current technological, climatic, and epidemiological challenges. A critical analysis of existing approaches is provided, including classifications proposed by the WHO, CPSC, and various researchers who identify physical, chemical, biological, psychophysiological, and other groups of pollutants. It is shown that none of the existing systems fully cover the entire spectrum of external and internal factors – particularly neglecting climate influences, epidemiological threats, socio-psychological conditions, and new “video-ecological” parameters related to visual homogeneity and aggressiveness of the built environment.*

*Based on an interdisciplinary approach, an extended classification is proposed, dividing SBS factors into two broad groups: external (climatic, ecological, radiological, video-ecological) and internal (microclimate parameters, physical, technical, radiological, psychological, and biochemical factors). Special attention is given to video ecology – a field that examines the impact of homogeneous and aggressive visual environments on the oculomotor system and the psycho-emotional state of individuals.*

*The role of natural biotechnical filters – indoor plants – is also considered. These plants regulate humidity, absorb VOCs and CO<sub>2</sub>, emit phytoncides, suppress pathogens, reduce noise, and enhance psycho-emotional well-being. Recommendations are provided for integrating plants into biophilic design as a cost-effective means of improving indoor environmental quality and preventing SBS.*

*The proposed classification aims to improve risk assessment, the development of preventive measures, and building operation standards to safeguard the health of residents and workers in the context of urbanization, energy efficiency, and global climate change.*

**Keywords:** *Sick Building Syndrome (SBS); video ecology; classification of SBS risk factors; natural biotechnical filters.*

Ю.В. Цюрюпа, В.М. Сахновська

Київський національний університет будівництва і архітектури, м. Київ, Україна

## СИНДРОМ ХВОРОЇ БУДІВЛІ: НЕВИЗНАЧЕНІСТЬ ЧИННИКІВ І ВИКЛИКИ КЛАСИФІКАЦІЇ

***Анотація.** У статті розглянуто проблему формування універсальної класифікації негативних факторів синдрому хворої будівлі (СХБ) з урахуванням сучасних технологічних, кліматичних та епідеміологічних викликів. Проведено критичний аналіз існуючих підходів, зокрема класифікацій, запропонованих ВООЗ, CPSC та низкою дослідників, які виділяють фізичні, хімічні, біологічні, психофізіологічні та інші групи забруднювачів. Показано, що жодна з відомих систем не охоплює весь спектр зовнішніх і внутрішніх чинників, серед яких окремо не виокремлені кліматичні впливи, епідеміологічні загрози, соціально-психологічні умови та нові «відеоекологічні» параметри, пов'язані з візуальною гомогенністю та агресивністю штучного середовища.*

*На основі міждисциплінарного підходу запропоновано розширену класифікацію, що поділяє фактори СХБ на дві великі групи: зовнішні (кліматичні, екологічні, радіаційні, відеоекологічні) та внутрішні (параметри мікроклімату, фізичні, технічні, радіаційні, психологічні, біохімічні). Особливу увагу приділено відеоекології – напряду, що аналізує вплив гомогенних та агресивних візуальних полів на окоруховий апарат і психоемоційний стан людини.*

*Також розглянуто роль природних біотехнічних фільтрів – кімнатних рослин, які одночасно регулюють вологість, поглинають леткі органічні сполуки (ЛОС) та CO<sub>2</sub>, виділяють фітонциди, пригнічують патогени, знижують шум та покращують психоемоційний комфорт. Наведено рекомендації щодо інтеграції рослин у біофільний дизайн як економічно доступного засобу підвищення якості внутрішнього середовища та профілактики СХБ.*

*Запропонована класифікація спрямована на підвищення ефективності оцінки ризиків, розробки превентивних заходів і стандартів експлуатації будівель для забезпечення здоров'я мешканців і працівників у сучасних умовах урбанізації, енергетичної ефективності та глобальних кліматичних змін.*

***Ключові слова:** «синдром хворої будівлі» (СХБ); відеоекологія; класифікація небезпечних факторів СХБ; гігієна праці; здоров'я людей; природні біотехнічні фільтри.*

<https://doi.org/10.32347/2411-4049.2025.2.74-83>

### Вступ

У сучасних умовах значна частина життєвого циклу людини, що становить в середньому 80-90%, проходить у закритих просторах різного функціонального призначення, включаючи освітні заклади, житлові приміщення, офісні будівлі, спортивні комплекси та об'єкти торгово-розважальної інфраструктури. Таким чином, потенційні ризики для здоров'я, асоційовані з якістю повітря у внутрішньому середовищі, можуть перевищувати загрози, зумовлені забрудненням атмосферного повітря [1-6].

Починаючи з 1970-х років, серед мешканців новобудов, офісних приміщень та дошкільних закладів зросла частота неспецифічних клінічних проявів, які в медійному дискурсі отримали назву «службової хвороби». Її виникнення пов'язували з переходом від будівель із природною вентиляцією до енергоефективних споруд із підвищеною герметичністю [7]. У 1986 році ВООЗ запровадила термін «синдром хворої будівлі» (Sick Building Syndrome, SBS), зазначивши, що 10–30 % новозбудованих офісних будівель на Заході мають проблеми з якістю повітря в приміщеннях [8].

Незважаючи на актуальність проблеми, досі не існує чіткої класифікації негативних чинників СХБ: кліматичні та зовнішні забруднювальні фактори не виділені окремо, а деякі внутрішні, як-от антропогенні та тютюновий дим, згадуються у різних групах, що ускладнює їх систематизацію.

**Мета роботи.** Розроблення класифікації факторів, що визначають появу та перебіг синдрому хворої будівлі, з урахуванням зовнішніх та внутрішніх чинників.

**Завдання роботи:**

1. Проаналізувати сучасний стан вивчення синдрому хворої будівлі (СХБ) у науковій та нормативній літературі.
2. Розробити класифікацію факторів, що впливають на виникнення та перебіг СХБ.
3. Розглянути можливості поліпшення дії факторів СХБ природними біотехнічними фільтрами-рослинами.

## **Теоретичні основи дослідження**

Класифікація шкідливих факторів, що асоціюються з розвитком синдрому хворої будівлі (СХБ), зазнала суттєвих змін у процесі еволюції наукових уявлень. У 1970-х роках, коли лише формувалася термінологічна база, дослідники зосереджували увагу на широкому спектрі параметрів внутрішнього середовища, включаючи мікрокліматичні показники (температура повітря і поверхонь, вологість, вентиляція), фізичні чинники (рівень шуму, вібрації, освітлення, електромагнітні поля), конструктивно-планувальні аспекти (ергономіка, дизайн, меблеве забезпечення), а також хімічні та біологічні забруднювачі (тютюновий дим, фталати, формальдегід, леткі органічні сполуки, мікроорганізми, біоциди, мікробні ЛОС, пил тощо). Окрему увагу приділяли також психосоціальним чинникам – гендеру, соціальному статусу та індивідуальним особливостям людини.

Публікації того періоду, здебільшого авторства фахівців у галузі медицини, акцентували на виявленні конкретних симптомів розладів здоров'я, зумовлених несприятливими умовами внутрішнього середовища. Надалі спостерігалася тенденція до класифікації шкідливих чинників за типами – фізичні, хімічні, біологічні, психологічні та особистісні, що дозволяло формалізувати підхід до їх аналізу.

Згодом проблема СХБ набула міждисциплінарного характеру, що сприяло залученню фахівців з екології, архітектури, соціології, психології та інших галузей. Було усвідомлено, що СХБ є соціальним феноменом, який вимагає дослідження великих вибірок і врахування множинних індивідуальних змінних. Зокрема, виявлено, що підвищений ризик розвитку СХБ спостерігається серед жінок, осіб із серцево-судинними захворюваннями,

алергіями, а також серед соціально вразливих категорій населення – людей похилого віку, осіб з інвалідністю, дітей та представників низького соціального статусу, які змушені тривалий час перебувати у закритих приміщеннях.

З розвитком хімії та впровадженням новітніх будівельних і оздоблювальних матеріалів, а також інших інноваційних технологій, значно зросла роль хімічного чинника у формуванні синдрому хворої будівлі. Використання синтетичних компонентів, клеїв, фарб, пластиків та герметиків призвело до підвищеного вмісту летких органічних сполук, формальдегідів та інших токсичних речовин у повітрі внутрішніх приміщень.

З появою глобальної проблеми зміни клімату у дослідженнях СХБ окреслився новий підхід до класифікації негативних чинників. Зокрема, країни з високим рівнем економічного розвитку визнали, що СХБ не є винятково проблемою країн із низьким соціально-економічним статусом або лише вразливих груп населення. Будь-яка будівля – незалежно від географічного розташування чи рівня комфорту – може зазнавати впливу зовнішніх кліматичних і екологічних чинників, які посилюють дію внутрішніх забруднювачів. Такі чинники, як перегрів, переохолодження, надмірна вологість або сухість, впливають на конструктивні елементи будівлі, змінюючи мікроклімат і створюючи передумови для формування несприятливого середовища.

У зв'язку з цим постає необхідність перегляду існуючої класифікації чинників СХБ з урахуванням зовнішніх кліматичних, екологічних і глобальних змін, що впливають на функціонування будівель і здоров'я їхніх мешканців.

Деякі автори вважають важливими лише 4 критерії забруднення, а саме:

- твердими частинками;
- біологічне забруднення (як-от: пилок, грибки, пліснява, пилові кліщі тощо);
- фізичне забруднення, викликане такими агентами, як температура, світло і електромагнітні поля;
- і хімічне забруднення, яке включає леткі органічні сполуки на додаток до радону [9].

Саманех Бандехалі та ін. [10] поділяють внутрішні забруднювачі повітря приміщень на дві великі групи:

1. Неорганічні забруднювачі: оксиди азоту, мікроелементи, ртуть, озон, тверді частинки, що вдихаються, азбест.
2. Органічні забруднювачі: леткі органічні сполуки, толуол і етилбензол, формальдегід, вуглекислий газ і діоксид вуглецю, ацетальдегід, акролеїн, нафталін, трихлоретилен, тетрахлоретилен.

На наш погляд, ця класифікація не є повною, оскільки вона не враховує інші забруднювачі повітря.

Класифікація летких органічних сполук (ЛОС) Всесвітньої організації охорони здоров'я (ВООЗ), адаптована з [11], наведена у табл. 1.

Варто зазначити, що наведена класифікація чинників синдрому хворої будівлі, попри її розширення за рахунок хімічних та кліматичних впливів, охоплює переважно лише одну категорію забруднювачів – і, відповідно, не може вважатися вичерпною.

Пандемія COVID-19 вивела проблему забруднення внутрішнього середовища приміщень на глобальний міжнародний рівень.

Таблиця 1. Класифікація летких органічних сполук ВООЗ [11]

Категорія	Абревіатура	Діапазон температур кипіння, °С
Дуже леткі (газоподібні) органічні сполуки	VVOCs	< 0 до 50
Леткі органічні сполуки	VOCs	50-240
Напівлеткі органічні сполуки	SVOCs	240-380
Органічні сполуки, пов'язані з твердими частками: органічні сполуки, пов'язані з частками	POCs	> 380

Незважаючи на це, на сьогодні не існує єдиної, дійсно вичерпної класифікації негативних факторів СХБ. Зокрема, у «Керівництві з якості повітря в приміщенні» Комісії США з безпеки споживчих товарів (CPSC) [12] виділено такі основні категорії забруднювачів повітря в приміщеннях: радон, тютюновий дим, біопрепарати, угарний газ, діоксид азоту, органічні гази, частини, що вдихаються, формальдегід та меблі, виготовлені з цих виробів із пресованої деревини, сечовиноформальдегідна пінна ізоляція, пестициди, азбест, plumbum (Pb).

Отже, станом на сьогодні відсутня універсальна та чітко сформульована класифікація негативних чинників СХБ. Кліматичні впливи не виокремлені як окрема категорія, а зовнішні забруднювачі, хоча й визнаються суттєвими, не отримали системного опису. Окрім того, низка внутрішніх забруднювачів – зокрема антропоксини та тютюновий дим – не інтегровані в єдину групу, а розподіляються між кількома категоріями, що ускладнює їх однозначну ідентифікацію та облік у загальній схемі.

В наявній державній класифікації «Гігієнічна класифікація праці за показниками шкідливості та небезпечності факторів виробничого середовища, важкості та напруженості трудового процесу» [13] кліматичні фактори (температура, відносна вологість повітря, освітленість, швидкість руху повітря) відносяться до фізичних факторів. Також незрозумілим залишається питання щодо класифікації деяких забруднювачів, наприклад тютюнового диму та антропоксинів, які є виділеннями від людини.

Таким чином, можна зазначити, що сучасна гігієнічна класифікація та класифікація діючих шкідливих факторів, яка наведена в ній, потребує розширення та удосконалення.

## Результати дослідження

Виходячи з вищенаведеного, ми пропонуємо створення класифікації небезпечних факторів СХБ (рис. 1). В запропонованій класифікації пропонується поділяти фактори впливу на зовнішні та внутрішні. До факторів зовнішнього впливу пропонується введення кліматичних (температура, відносна вологість повітря, швидкість вітру, сонячна радіація), екологічних (хімічне забруднення повітря, біологічне забруднення), радіаційних (радіація від природних джерел, радіація від техногенних джерел) та відеоєкологічних факторів (агресивна забудова, депресивні ландшафти, нестача озеленення, світлове забруднення).

### ЗОВНІШНІ ФАКТОРИ

#### КЛІМАТИЧНІ

- Температура  $t_{\text{ODA}}$ , °C
- Відносна вологість  $\phi_{\text{ODA}}$ , %
- Швидкість вітру  $v_{\text{DA}}$ , м/с
- Сонячна радіація:
  - інтенсивність, Вт/м<sup>2</sup>;
  - положення сонця на небозводі;
  - затінювальні об'єкти;

#### ЕКОЛОГІЧНІ

- Хімічне забруднення;
- Біологічне забруднення:
  - бактерії;
  - грибки;
  - пліснява;
  - спори;

#### РАДІАЦІЙНІ

- Радіація від природних джерел;
- Радіація від техногенних джерел

### ВНУТРІШНІ ФАКТОРИ

#### РАДІАЦІЙНІ

- Радон
- $\beta$  й  $\gamma$ -фон

#### ПСИХОЛОГІЧНІ

Стрес від:

- недосконалого дизайну (депресивний, яскравий, контрастний);
- відео-екологічних факторів (за вікнами);
- дискомфорту;
- шуму;
- вібрацій;
- інфразвуку

#### ФІЗИЧНІ

- Шум
- Вібрація
- Інфразвук
- Електромагнітні хвилі
- Електричні поля
- Магнітні поля

#### ВІДЕОЕКОЛОГІЧНІ

- Агресивна забудова
- Депресивні ландшафти
- Нестача озеленення
- Світлове забруднення

#### ТЕХНІЧНІ

- Системи формування мікроклімату
- Техніка, обладнання

#### БІОХІМІЧНІ

- Токсини
- Хімічні елементи (Pb, Cu тощо)
- ЛОР
- Бактерії
- пліснява
- Споры
- Віруси
- Дим від куріння

#### ПАРАМЕТРИ ВНУТРІШНЬОГО СЕРЕДОВИЩА

- Температура  $t_{\text{IDA}}$ , °C
- Відносна вологість  $\phi_{\text{IDA}}$ , %
- Швидкість вітру  $v_{\text{DA}}$ , м/с
- Освітлення:
  - природне;
  - штучне;
  - зміна синьофіолетової складової спектру протягом дня (вплив на циркадні ритми)

Рис. 1. Класифікація небезпечних факторів СХБ

Відеоєкологія – новий науковий напрямок, що розвиває аспекти візуального сприйняття навколишнього середовища. Даний напрямок з'явився завдяки доктору біологічних наук, автору теорії автоматії саккад (1987 р.) Василю Філіну. Процеси урбанізації, раціоналізації та індустріалізації призвели до появи штучного агресивного візуального середовища

з гомогенними полями: темно-сірий колір, прямі лінії та кути, міські будівлі в основному статичні та мають велику кількість площин, що негативно впливає на зорові процеси та призводить до психоемоційного розладу людини. В основі відеоєкології лежить теорія саккад. Саккадою (в перекл. з франц. «сильний поштовх, ривок») називається швидкий рух ока, який здійснюється мимовільно, тобто в автоматичному режимі. Особливу неприємність для людини створюють гомогенні та «агресивні» поля. При спогляданні гомогенних агресивних полів виникають саккади більшої амплітуди, що спричинене пошуковими рухами очей, внаслідок чого окоруховий апарат змушений працювати в неекономічному режимі, що потребує зайвих витрат енергії, тоді як всі фізіологічні процеси намагаються працювати саме в режимі максимальної економії [14].

Сьогодні відеоєкологічний підхід відіграє ключову роль у збереженні здоров'я людини. Пом'якшити негативні наслідки візуальної гомогенності можна шляхом інтеграції в архітектурно-будівельні рішення позитивних гетерогенних елементів – варіативних форм, кольорових акцентів та текстурних контрастів, а також за рахунок озеленення: використання живих рослин і «зелених» конструкцій як в інтер'єрах, так і в екстер'єрах будівель.

Тому цей фактор навколишнього середовища обов'язково потрібно враховувати у класифікації зовнішніх факторів СХБ.

Фактори внутрішнього середовища ми пропонуємо поділити на параметри:

– внутрішнього середовища (температура, відносна вологість, швидкість вітру, освітлення), фізичні (шум, вібрація, інфразвук, електромагнітні хвилі, електричні поля, магнітні поля);

– технічні (системи формування мікроклімату, техніка, обладнання), радіаційні (радон,  $\beta$  й  $\gamma$ -фон);

– психологічні (стрес від недосконалого дизайну та відеоєкологічних факторів, дискомфорту, шуму, вібрації, інфразвуку);

– біохімічні (токсини, хімічні елементи, ЛОР, бактерії, пліснява, спори, віруси, дим від куріння).

Поліпшення параметрів внутрішнього середовища здійснюється за допомогою комплексу технічних засобів, спрямованих на нейтралізацію або зменшення впливу шкідливих чинників. Зокрема, для регулювання температурного режиму застосовуються системи опалення й кондиціонування повітря; рівень вологості коригується з використанням зволожувачів або осушувачів; освітленість оптимізується за допомогою світлозахисних рішень та енергоефективного освітлення. Для зниження концентрацій біохімічних забруднювачів використовуються побутові фільтраційні системи.

Водночас до ефективних природних засобів очищення середовища належать кімнатні рослини, які виконують функції біотехнічних фільтрів.

Біологічна дія кімнатних рослин охоплює широкий спектр параметрів внутрішнього середовища, впливаючи не на окремі показники, а на їхній взаємозв'язаний комплекс (рис. 2). Рослини сприяють підвищенню психоемоційного комфорту, стабілізації вологості повітря, поглинанню летких органічних сполук і вуглекислого газу, пригніченню патогенної мікрофлори завдяки виділенню фітонцидів, а також відлякуванню шкідників через наявність алелопатичних сполук і специфічного хімічного складу соку.



Рис. 2. Властивості природних біотехнічних фільтрів у приміщенні

Крім того, зелена біомаса сприяє зниженню шумового навантаження в приміщеннях. Завдяки цьому рослини ефективно інтегруються у біофільний дизайн та архітектурне зонування. З огляду на їхню здатність комплексно впливати на несприятливі чинники внутрішнього середовища, рослини розглядаються як перспективний, економічно доступний інструмент профілактики синдрому хворої будівлі, підвищення якості життєвого простору, гігієни праці та зміцнення здоров'я населення.

Однак, механізм впливу фітонцидних властивостей рослин на патогенну мікрофлору повітря приміщень ще недостатньо вивчений, відсутній асортимент перспективних фітонцидних рослин для різних типів приміщень.

## Висновки та перспективи подальших досліджень

1. Європейські та національні класифікації небезпечних факторів СХБ мають низку недоліків і потребують вдосконалення та доповнення. У зв'язку з цим пропонується розроблення нової класифікації небезпечних факторів СХБ.

У рамках цієї класифікації передбачається поділ факторів впливу на зовнішні та внутрішні. До зовнішніх факторів пропонується введення кліматичних (температура, відносна вологість повітря, швидкість вітру, сонячна радіація), екологічних (хімічне забруднення повітря, біологічне забруднення), радіаційних (радіація від природних джерел, радіація від техногенних джерел) та відеоєкологічних факторів (агресивна забудова, депресивні ландшафти, нестача озеленення, світлове забруднення). Фактори внутрішнього середовища пропонується поділити на параметри внутрішнього середовища (температура, відносна вологість, швидкість вітру, освітлення), фізичні (шум, вібрація, інфразвук, електромагнітні хвилі, електричні поля, магнітні поля), технічні (системи формування мікроклімату, техніка, обладнання), радіаційні (радон,  $\beta$  й  $\gamma$ -фон), психологічні (стрес від недосконалого дизайну та відеоєкологічних факторів, дискомфорту, шуму, вібрації, інфразвуку) та біохімічні (токсини, хімічні елементи, ЛОР, бактерії, пліснява, спори, віруси, дим від куріння).

2. До ефективних засобів природної біотехнічної фільтрації належать рослини, вплив яких охоплює не окремі показники, а весь комплекс факторів внутрішнього середовища.

3. Рослини сприяють покращенню психоемоційного комфорту, збільшенню вологості повітря, поглинанню шкідливих речовин та секвестрації  $\text{CO}_2$ . Вони також знищують патогенну мікрофлору завдяки виділенню фітонцидів, відлякують шкідників через алелопатичні речовини та хімічний склад рослинного соку і сприяють зменшенню шуму. З огляду на комплексний позитивний вплив рослин на зниження негативних факторів внутрішнього середовища, вони ефективно застосовуються в біофільному дизайні та зонуванні приміщень. Таким чином, рослини є перспективним, економічно доступним засобом для боротьби з СХБ, створення безпечного внутрішнього середовища, покращення гігієни праці та здоров'я людей.

4. Механізм впливу фітонцидних властивостей рослин на патогенну мікрофлору повітря приміщень ще недостатньо вивчений, відсутній асортимент перспективних фітонцидних рослин для різних типів приміщень. Отже, вивченню цих питань потрібно присвятити подальші дослідження.

## СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ / REFERENCES

1. Ravindra, K., Kaur-Sidhu, M., Mor, S., Chakma, J., & Pillarisetti, A. (2021). Impact of the COVID-19 pandemic on clean fuel programmes in India and ensuring sustainability for household energy needs. *Environmental International*, 147, 106335. <https://doi.org/10.1016/j.envint.2020.106335>
2. National Human Activity Pattern Survey. The national human activity pattern survey (NHAPS): a resource for assessing exposure to environmental pollutants. (2001). *Journal of Exposure Science and Environmental Epidemiology*, 11, 231–252. <https://doi.org/10.1038/sj.jea.7500165>
3. Harrison, R., Thornton, C., Lawrence, R., Mark, D., Kinnersley, R., & Ayres, J. (2002). Personal exposure monitoring of particulate matter, nitrogen dioxide, and carbon monoxide, including susceptible groups. *Occupational and Environmental Medicine*, 59, 671–679. <https://doi.org/10.1136/oem.59.10.671>
4. Soreanu, G., Dixon, M., & Darlington, A. (2013). Botanical biofiltration of indoor gaseous pollutants – a mini-review. *Chemical Engineering Journal*, 229, 585–594. <https://doi.org/10.1016/j.cej.2013.06.074>

5. Klepeis, N. E., Nelson, W. C., Ott, W. R., Robinson, J. P., Tsang, A. M., Switzer, P., et al. (2001). The national human activity pattern survey (NHAPS): a resource for assessing exposure to environmental pollutants. *Journal of Exposure Science and Environmental Epidemiology*, 11, 231–252. <https://doi.org/10.1038/sj.jea.7500165>
6. Vardoulakis, S. (2009). Human exposure: indoor and outdoor. *Air Quality in Urban Environments*, 28, 85–107. <https://doi.org/10.1039/9781847559654-00085>
7. Redlich, C. A., Sparer, J., & Cullen, M. R. (1997). Sick-building syndrome. *The Lancet*, 349 (9057), 1013–1016. [https://doi.org/10.1016/S0140-6736\(96\)07220-0](https://doi.org/10.1016/S0140-6736(96)07220-0)
8. Contributors to Wikimedia projects. Sick building syndrome – Wikipedia. (n.d.). *Wikipedia, the free encyclopedia*. [https://en.wikipedia.org/wiki/Sick\\_building\\_syndrome](https://en.wikipedia.org/wiki/Sick_building_syndrome) (date of access: 03.05.2025).
9. Kim, K. J., Khalekuzzaman, M. D., Suh, J. N., Kim, H. J., Shagol, C., Kim, H.-H., et al. (2018). Phytoremediation of volatile organic compounds by indoor plants: a review. *Horticulture, Environment, and Biotechnology*, 59, 143–157. <https://doi.org/10.1007/s13580-018-0032-0>
10. Bandehali, S., Miri, T., Onyeaka, H., & Kumar, P. (2021). Current State of Indoor Air Phytoremediation Using Potted Plants and Green Walls. *Atmosphere*, 12 (4), 473. <https://doi.org/10.3390/atmos12040473>
11. Organization W. H. (1989). Indoor Air Quality: Organic Pollutants. Copenhagen, Denmark: World Health Organization Regional Office for Europe.
12. The Inside Story: A Guide to Indoor Air Quality. U.S. Consumer Product Safety Commission. (n.d.). <https://www.cpsc.gov/Safety-Education/Safety-Guides/Home/The-Inside-Story-A-Guide-to-Indoor-Air-Quality> (date of access: 03.05.2025).
13. *Pro zatverdzhennia Derzhavnykh sanitarnykh norm ta pravyl «Hihiienichna klasyfikatsiia pratsi za pokaznykamy shkidlyvosti ta nebezpechnosti faktoriv vyrobnychoho seredovyshcha, vazhkosti ta napruzhenosti trudovoho protsesu»* [On approval of the State sanitary norms and rules “Hygienic classification of labor by indicators of harmfulness and danger of production environment factors, severity and intensity of the labor process”] (Nakaz No. 248 dated April 8, 2014) (in Ukrainian). <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/z0472-14#Text>
14. *Hihiienichna klasyfikatsiia pratsi (za pokaznykamy shkidlyvosti i nebezpeky faktoriv vyrobnychoho seredovyshcha, tiazhkosti i napruzhenosti trudovoho protsesu)*. [Hygienic classification of labor by indicators of harmfulness and danger of production environment factors, severity and intensity of the labor process] (Nakaz No. 4137-86, dated August 12, 1986, current as of May 30, 2014) (in Ukrainian). <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/v4137400-86#Text>

*Стаття надійшла до редакції 04.03.2025 і прийнята до друку після рецензування 02.05.2025*

*The article was received 04.03.2025 and was accepted after revision 02.05.2025*

### **Цюрюпа Юрій Володимирович**

старший викладач, аспірант кафедри технологій захисту навколишнього середовища та охорони праці Київського національного університету будівництва і архітектури

**Адреса робоча:** 03037, Україна, м. Київ, пр-т Повітряних Сил, 31

ORCID ID: <https://orcid.org/0009-0001-2654-0270> **e-mail:** jurij.zurupa@gmail.com

### **Сахновська Вікторія Миколаївна**

аспірантка кафедри технологій захисту навколишнього середовища та охорони праці Київського національного університету будівництва і архітектури

**Адреса робоча:** 03037, Україна, м. Київ, пр-т Повітряних Сил, 31

ORCID ID: <https://orcid.org/0000-0002-2489-7276> **e-mail:** vsahnovskaya@gmail.com