

**КИЇВСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
БУДІВНИЦТВА І АРХІТЕКТУРИ**

Факультет інженерних систем та екології

Кафедра охорони праці та навколишнього середовища

**ПОЯСНОВАЛЬНА ЗАПИСКА
ДО АТЕСТАЦІЙНОЇ ВИПУСКНОЇ РОБОТИ
НА ЗДОБУТТЯ ОСВІТНЬОГО СТУПЕНЯ МАГІСТР**

на тему:

«Оцінювання якості внутрішнього повітря з використанням санаційного
фітодизайну»

Прокопенко І.О.

Київ – 2023

**КИЇВСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
БУДІВНИЦТВА І АРХІТЕКТУРИ**

Факультет інженерних систем та екології
Кафедра охорони праці та навколишнього середовища

ЗАТВЕРДЖУЮ

Завідувач кафедри

Ткаченко Т.М. _____

«___» _____ 20__ року

**ПОЯСНЮВАЛЬНА ЗАПИСКА
ДО АТЕСТАЦІЙНОЇ ВИПУСКНОЇ РОБОТИ
НА ЗДОБУТТЯ ОСВІТНЬОГО СТУПЕНЯ МАГІСТР**

Оцінювання якості внутрішнього повітря з використанням санаційного
фітодизайну

Виконав студент групи ЕКм-22

Спеціальність: 101 «Екологія»

Прокопенко І.О.

Керівники: д.т.н., проф.,

Ткаченко Т.М.,

Київ – 2023

**КИЇВСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
БУДІВНИЦТВА І АРХІТЕКТУРИ**

Факультет: інженерних систем та екології
Кафедра: охорони праці та навколишнього середовища
Освітній рівень: бакалавр
Спеціальність: 101 «Екологія»

ЗАТВЕРДЖУЮ

Завідувач кафедри

Ткаченко Т.М. _____

« ____ » _____ 20__ року

**ЗАВДАННЯ
ДО ВИКОНАННЯ АТЕСТАЦІЙНОЇ ВИПУСКНОЇ РОБОТИ
НА ЗДОБУТТЯ ОСВІТНЬОГО СТУПЕНЯ БАКАЛАВРА**

Прокопенко І.О.

1. Тема роботи: Оцінювання якості внутрішнього повітря з використанням санаційного фітодизайну
затверджена наказом ректора КНУБА № _____ від « ____ » _____ 20__ р.
2. Керівники роботи: доктор технічних наук, професор Ткаченко Т.М.
3. Строк подання студентом роботи до захисту _____
4. Зміст пояснювальної записки за розділами: Вступ. Характеристика району дослідження. Фізико-географічна характеристика району. Кліматичні характеристики району. Повітряне середовище. Фітодизайн. Зелене будівництво. Фітодизайн як частина зеленого будівництва. Озеленення приміщень. Візуальне середовище. Фітонцидна активність рослин. Мікроклімат та його вплив на людину. Мікроклімат. Вплив мікроклімату на організм людини. Синдром хворого будинку. Вплив рослин на мікроклімат. Нормування мікроклімату. Забрудники повітря в закритому приміщенні. Розповсюдження вірусних захворювань в закритих приміщеннях. Об'єкт дослідження. Оздоровлення повітряного середовища. Загальна інформація. Показники газоаналізатора вхідного відсіку. Покази газоаналізатора в газообмінному відсіку. Покази газоаналізатора вихідного відсіку. Очищення повітря від НСНО та TVOC. Рекомендації. Висновки. Список використаних джерел.
5. Графічний матеріал: дипломна робота містить 20 рисунків та 12 таблиць.
6. Календарний план виконання роботи: а) наукова частина; б) практична частина.

Види робіт та їх зміст	Дата виконання
Вступ	Жовтень
Характеристика району дослідження	Жовтень
Фізико-географічна характеристика району	Жовтень
Кліматичні характеристики району	Жовтень
Повітряне середовище	Жовтень
Фітодизайн	Жовтень
Зелене будівництво	Листопад
Фітодизайн як частина зеленого будівництва	Листопад
Озеленення приміщень	Листопад
Візуальне середовище	Листопад
Фітонцидна активність рослин	Листопад
Мікроклімат та його вплив на людину	Листопад
Мікроклімат	Листопад
Вплив мікроклімату на організм людини	Листопад
Синдром хворого будинку	Листопад
Вплив рослин на мікроклімат	Листопад
Нормування мікроклімату	Листопад
Забрудники повітря в закритому приміщенні	Листопад
Розповсюдження вірусних захворювань в закритих приміщеннях	Листопад
Об'єкт дослідження	Листопад
Оздоровлення повітряного середовища	Листопад
Загальна інформація	Листопад
Показники газоаналізатора вхідного відсіку	Листопад
Покази газоаналізатора в газообмінному відсіку	Листопад
Покази газоаналізатора вихідного відсіку	Листопад
Очищення повітря від НСНО та TVOC	Листопад
Рекомендації	Листопад
Висновки	Листопад
Остаточне оформлення роботи	Листопад
Направлення роботи на рецензування, перевірку на плагіат	Грудень
Попередній захист роботи на кафедрі	Грудень

7. Консультанти розділів атестаційної випускної роботи

Розділ	Прізвище, ініціали та посада консультанта	Перевірів	
		Дата	Підпис
Розділ 2. Фітодизайн	Ткаченко Т.М., д.т.н., професор	Листопад	
Розділ 6. Оздоровлення повітряного середовища	Ткаченко Т.М., д.т.н., професор	Листопад	
Розділ 7. Рекомендації	Ткаченко Т.М., д.т.н., професор	Листопад	

8. Дата видачі завдання _____

Зав. кафедри	_____	<u>Ткаченко Т.М.</u>
	(підпис)	(прізвище та ініціали)
Керівник	_____	<u>Ткаченко Т.М.</u>
	(підпис)	(прізвище та ініціали)
Студент	_____	<u>Прокопенко І. О..</u>
	(підпис)	(прізвище та ініціали)

АНОТАЦІЯ

ПІБ –Прокопенко Іван Олександрович

Назва роботи – «Оцінювання якості внутрішнього повітря з використанням санаційного фітодизайну»

Робота викладена на 86 сторінках друкованого тексту, містить 12 таблиць та 20 рисунків. Перелік посилань включає 32 джерела.

Якість мікроклімату всередині закритих приміщень впливає на здоров'я та продуктивність людей.

Фітодизайн дає змогу покращити зовнішній вигляд, комфорт та якість повітря в будинках.

Рослини здатні оздоровлювати повітряне середовище закритих приміщень завдяки поглинанню токсичних речовин та виділення фітонцидів.

Предмет дослідження. Вплив рослин на якість повітряного середовища закритого приміщення.

Об'єкт дослідження. Проект одноповерхового будинку котеджного типу.

Завдання:

- розглянути негативний вплив мікроклімату на стан здоров'я людини;
- розглянути способи озеленення будинків за допомогою технологій фітодизайну;
- оцінити якість повітря до та після очищення рослинами;
- проаналізувати результати експериментів та надати рекомендації щодо покращення якості повітря в приміщеннях за допомогою рослин.

В розділі 1 наведено фізико-географічну та кліматичну характеристику району об'єкта дослідження.

В розділі 2 розглянуті способи озеленення закритих приміщень за допомогою технологій фітодизайну.

В розділі 3 розглянута фітонцидна активність рослин та її вплив на здоров'я людей.

В розділі 4 розглянуто вплив мікроклімату на здоров'я людей, його нормування та регулювання.

В розділі 5 описано об'єкт дослідження, його внутрішнє планування та розміри.

В розділі 6 проаналізовано здатність рослин покращувати якість повітря методом порівняння результатів газоаналізатора.

В розділі 7 наведено рекомендації щодо очищення повітря та озеленення приміщень.

ЗМІСТ

ВСТУП.....	9
1. ХАРАКТЕРИСТИКА РАЙОНУ ДОСЛІДЖЕННЯ.....	10
1.1 Фізико-географічна характеристика району.....	10
1.2 Кліматичні характеристики району.....	13
1.3 Повітряне середовище.....	15
2. ФІТОДИЗАЙН.....	17
2.1 Зелене будівництво.....	17
2.2 Фітодизайн як частина зеленого будівництва.....	19
2.3 Озеленення приміщень.....	26
2.4 Візуальне середовище.....	28
3. ФІТОНЦИДНА АКТИВНІСТЬ РОСЛИН.....	30
4. МІКРОКЛІМАТ ТА ЙОГО ВПЛИВ НА ЛЮДИНУ.....	38
4.1 Мікроклімат.....	38
4.2 Вплив мікроклімату на організм людини.....	39
4.3 Синдром хворого будинку.....	42
4.4 Вплив рослин на мікроклімат.....	46
4.5 Нормування мікроклімату.....	49
4.6 Забрудники повітря в закритому приміщенні.....	55
4.7 Розповсюдження вірусних захворювань в закритих приміщеннях.....	59
5. ОБ'ЄКТ ДОСЛІДЖЕННЯ.....	62
6. ОЗДОРОВЛЕННЯ ПОВІТРЯНОГО СЕРЕДОВИЩА.....	68
6.1 Загальна інформація.....	68
6.2 Показники газоаналізатора вхідного відсіку.....	71
6.3 Покази газоаналізатора в газообмінному відсіку.....	74
6.4 Покази газоаналізатора вихідного відсіку.....	75
6.5 Очищення повітря від НСНО та TVOC.....	78
7. РЕКОМЕНДАЦІЇ.....	85
ВИСНОВКИ.....	88
СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ.....	90

ВСТУП

Середовище в якому перебуває людина тісно пов'язане зі станом її фізичного та психічного здоров'я. В наш час у великих містах більшу частину вільного та робочого часу людина проводить в закритих приміщеннях. Науково-технічний прогрес сприяє тому, що розумова праця поступово витісняє фізично тяжку а розвиток технологій та комунікації дає змогу виконувати низку робіт у віддаленому режимі. В останні роки переважна більшість освітніх процесів перейшла на дистанційний режим роботи через поширення вірусних захворювань, а потім повномасштабної російсько-Української війни. В умовах, коли основна діяльність населення відбувається в приміщеннях, важливим є забезпечення належного комфорту перебування та праці в будинках та спорудах.

Для належного комфорту всередині закритих приміщень має бути дотримані оптимальні показники температури, вологості, освітлення тощо. На жаль, не всі будинки оснащені якісною системою регулювання мікроклімату. Тому, на сьогоднішній день дуже важливим є пошук засобів покращення якості повітря в житлових будинках, офісах, закладах освіти тощо.

В наш час більшу частину свого вільного та робочого часу людина проводить в закритих приміщеннях. Населення великих міст вагому частину часу знаходиться в офісах, закладах освіти, кафе, ресторанах, виробничих приміщеннях, адміністративних будинках, торгових та лікувальних центрах, а також в домашніх умовах.

Середовище в якому перебуває людина тісно пов'язане зі станом її здоров'я та розумовими здібностями. Температурний режим, показник вологості повітря та рівень освітлення приміщень мають важливий вплив на захисні показники імунної системи організму, психоемоційний стан, синтез вітамінів та загальне самопочуття.

РОЗДІЛ 1. ХАРАКТЕРИСТИКА РАЙОНУ ДОСЛІДЖЕННЯ

1.1 Фізико-географічна характеристика району

Об'єкт дослідження розташований в Київській області в селі Віта-Поштова. Рельєф Київської області рівнинний із загальним похилом до долини Дніпра. Північна частина області лежить в межах Поліської низовини. На сході в межах області – частина Придніпровської низовини. Найбільш підвищені й розчленовані південна та південно-західна частини, зайняті Придніпровською височиною (висота біля 273 м над рівнем моря). Ґрунтовий покрив Київської області досить різноманітний. Найпоширенішими є чорноземи, площа яких становить близько 50% площі орних земель регіону. Ступінь розораності території перевищує 60%. Загальна площа лісів Київської області становить близько 649 тис. га. Для північної частини області характерні масиви хвойних і мішаних лісів, південна частина значною мірою розорана, на тих ділянках, які не зазнали сильного антропогенного впливу, переважають широколистяні ліси. Тваринний світ Київщини дуже різноманітний. Багатство видового складу пов'язане з тим, що область розташована на межі двох природних зон: північна частина розташована в зоні Полісся, південь області лежить у лісостеповій зоні. Природне середовище території Київщини протягом історичного часу відзначалося сприятливими ґрунтово-кліматичними умовами. Карта Київської області зображена на рис. 1. Карта розташування села Віта-Поштова зображено на рис. 2.

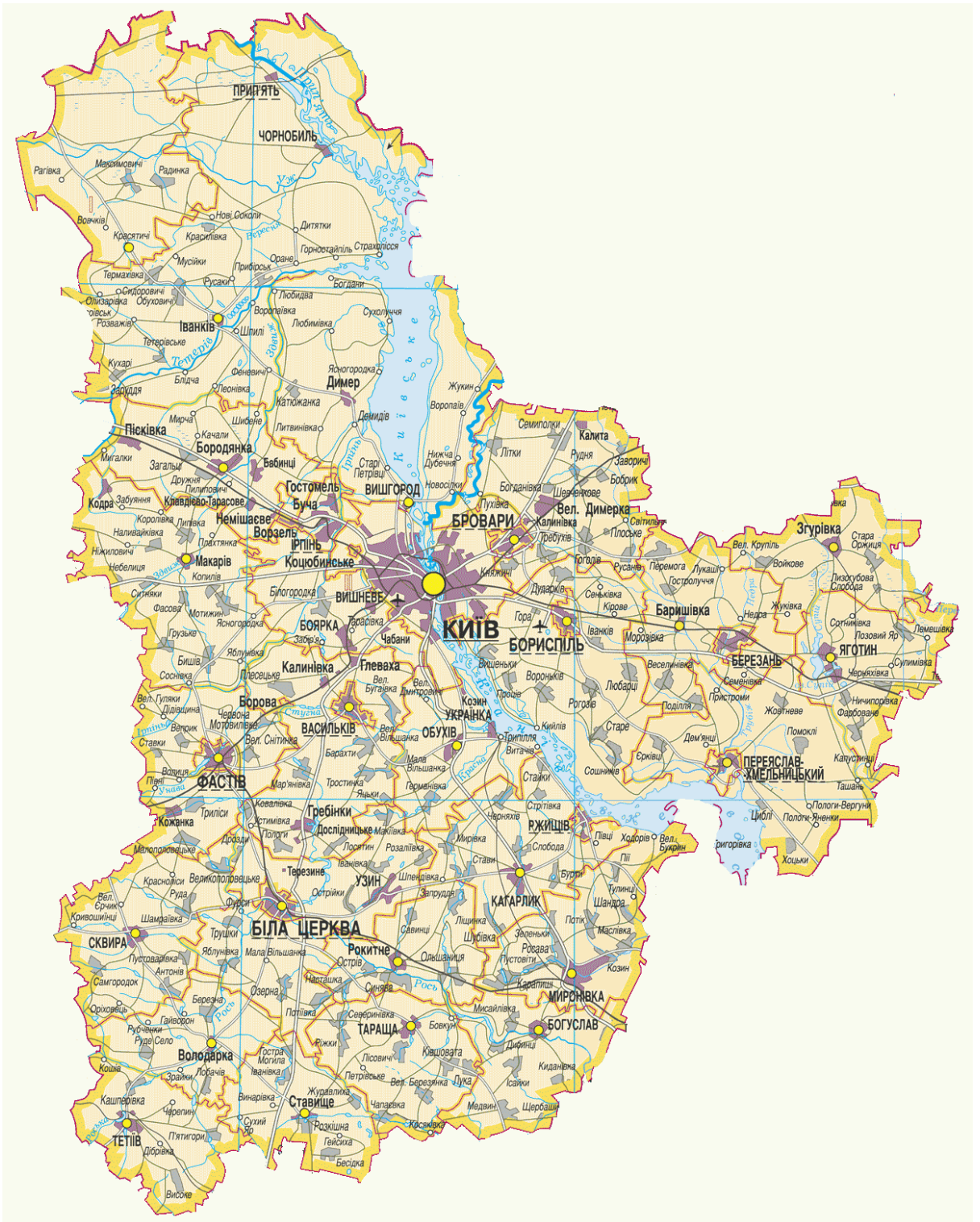


Рис. 1. Карта Київської області

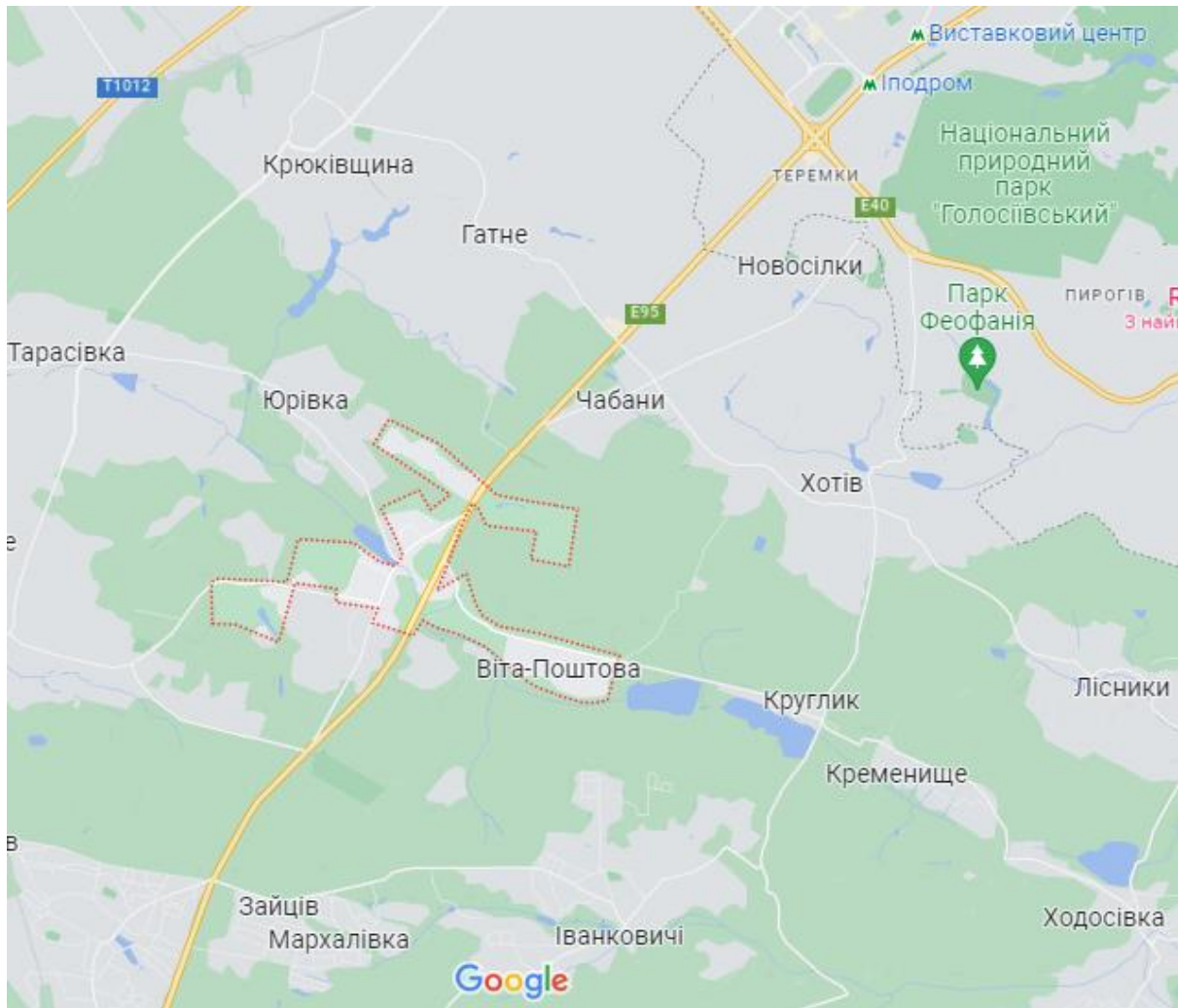


Рис. 2. Розташування села Віта-Поштова на карті

Село Віта-Поштова відноситься до Києво-Святошинський району Київської області. Населений пункт у підпорядкуванні Гатненської ОТГ з адміністративним центром в с. Гатне[1]. Віта-Поштова знаходиться за 18 км від м. Київ. Селом протікає річка Віта - права притока Дніпра.

1.2 Кліматичні характеристики району

Клімат області – помірно континентальний, м'який з достатньою кількістю вологи.

Київщина – одна з провідних областей України. В регіоні зосереджена велика кількість промислових підприємств, об'єктів комунального господарства, магістралі міжнародного та загальнодержавного значення. Діяльність цього комплексу призводить до інтенсивного забруднення довкілля. Крім того, Київщина – одна з областей, що найбільше постраждали від Чорнобильської катастрофи. Згідно регіональної доповіді про стан навколишнього природного середовища у 2022 році[2] клімат Київщини дещо погіршився, а саме: посилилися посухи; змінилася водність річок та озер; з'явилися не характерні для області екстремальні погодні явища. Київська область згідно ДСТУ-Н Б.В.1.1-27:2010 “Будівельна кліматологія” відноситься до І-го північно-західного архітектурно-кліматичного району, де середня річна температура становить 8 г.ц а відносна вологість близько 74%.

Населений пункт Віта-Поштова розташований 18 км від м. Київ, тому доцільно буде враховувати кліматичні характеристики для міста, а не області[3]. Схема архітектурно-будівельного кліматичного районування України зображено на рис. 3.

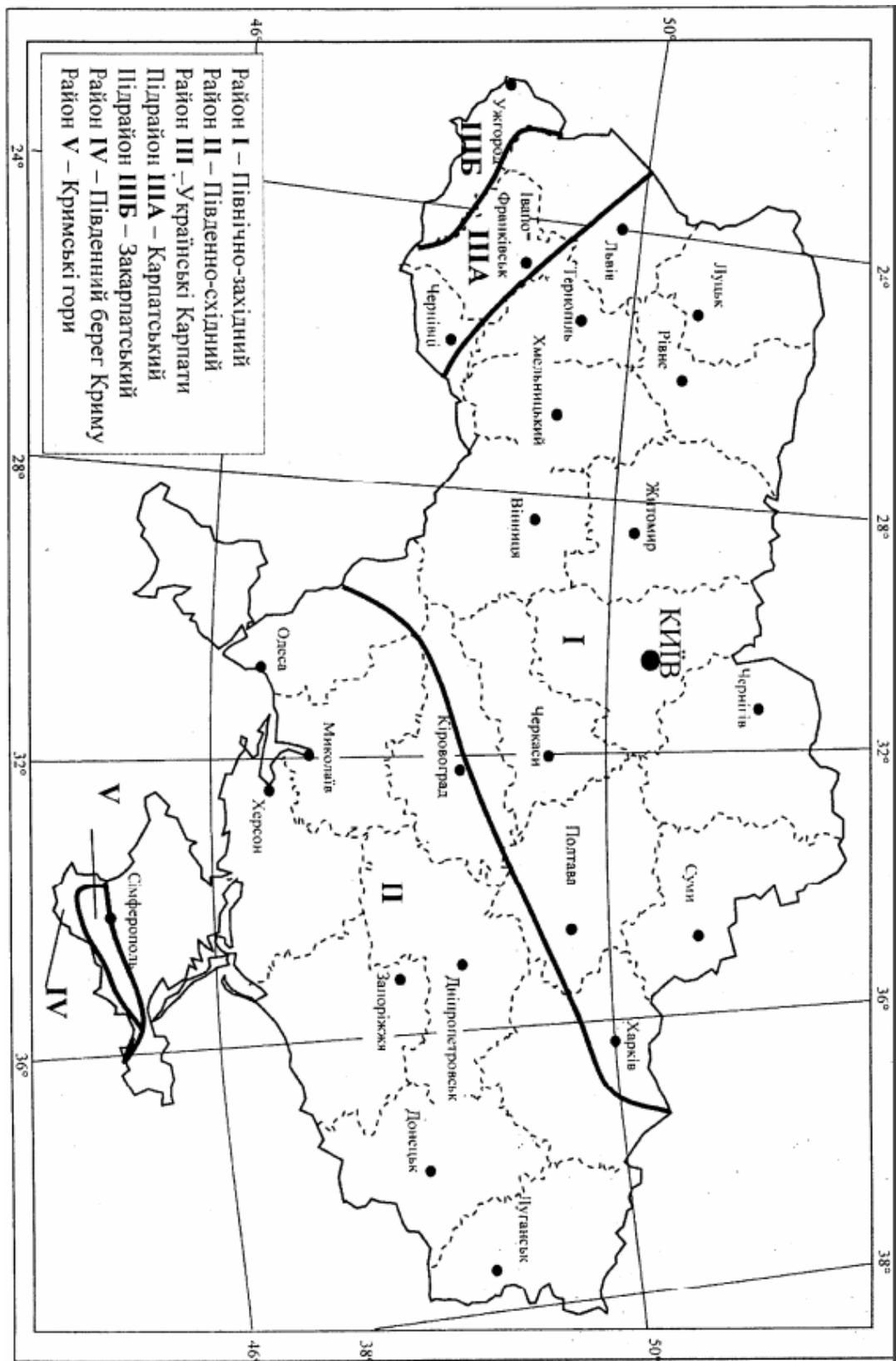


Рис. 3. Архітектурно-будівельне кліматичне районування України

Середня температура січня -6°C , липня $+19,5^{\circ}\text{C}$. Тривалість вегетаційного періоду 198–204 дні. Сума активних температур поступово

збільшується з Півночі на Південь від 2480 до 2700°C. Опади рівномірно розподілені протягом року. Найбільше опадів зазвичай випадає влітку, але зимові снігопади теж можуть приносити значну кількість опадів. За рік на території області випадає 500–600 мм опадів, головним чином влітку. Відсутність високих гірських піднять сприяє вільному переміщенню повітря різного походження, що обумовлює значну мінливість погодних процесів в окремі сезони[2]. Основний напрям вітру на території Київської області західний, менше - південний. Графічне зображення зон з переважними напрямками вітру в липні наведені на рис. 4.

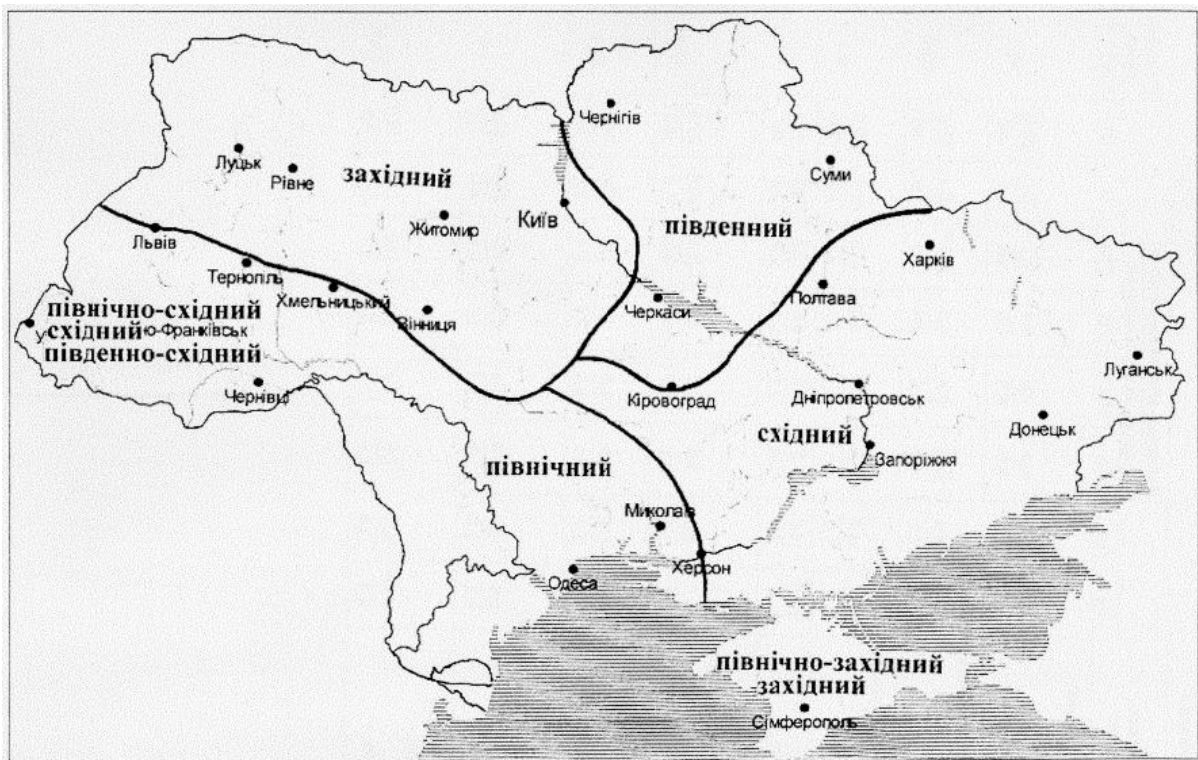


Рис. 4 Переважний напрям вітру у липні

1.3 Повітряне середовище

В населеному пункті Віта-Поштова низький рівень забрудненості повітряного середовища. За даними SaveEcoBot Індекс якості атмосферного повітря станом на 1 листопада 2023 року характеризується як “Добрий рівень” для головного забрудника повітря – дрібнодисперсного пилу фракції PM2.5.

Станція спостереження знаходиться за адресою: Київська область, с. Віта Поштова, котеджне містечко Green Hills. Індекс якості атмосферного повітря, розрахований за формулою NowCast (US EPA)[4].

Динаміка забрудненості атмосферного повітря з 2018 по 2021 рік позитивна. За ці роки рівень викидів забруднюючих речовин в атмосферне повітря зменшився з 81,3 тис. т. до 59,3 тис. т. З 2022 року через військові дії на території України рівень забруднення довкілля збільшився. За даними з офіційного ресурсу Екозагроза Міністерства захисту довкілля та природних ресурсів України завдані збитки довкіллю, зокрема повітрю складають 1 079 млрд. \$. [5].

РОЗДІЛ 2. ФІТОДИЗАЙН

2.1 Зелене будівництво

Зелене будівництво - це комплексний процес створення нових міських насаджень і реконструкція наявних, що включає: вертикальне планування території, прокладання водостоків і дренажів, мереж каналізації, електричних кабелів, будівництво водойм, доріг, майданчиків, огорож тощо, а також створення зелених конструкцій[6]. Зелена будівля - це будівля, яка зменшує або усуває негативні наслідки при її проектуванні, будівництві чи експлуатації та може мати позитивні наслідки для нашого клімату та природного середовища. Зелені будівлі зберігають цінні природні ресурси та покращують якість нашого життя.

“Зелене будівництво” є одним з способів використання ресурсів та енергії, скорочення відходів, мінімалізація негативного впливу на оточуюче середовище та покращення умов життя людини. Зелене будівництво є засобом екологічного доочищення поллютантів. Здатність зелених насаджень покращувати мікроклімат зовнішнього середовища, температурно-вологісний та радіаційний режим, помякшувати вітровий режим, поглинати з атмосферного повітря різні шкідливі речовини, які викидаються підприємствами і автотранспортом, та виділяють кисень і бактерицидні речовини є важливим фактором покращення якості повітря у містах та сприятливого впливу на організм людини[7]. Однак основна мета зеленого будівництва - це енергоефективність будівель.

Зелене будівництво, бойовий дизайн та озеленення будівель - це взаємопов'язані поняття, які мають на меті створення сталого та екологічно безпечного середовища в забудованому середовищі. Спільними цілями є сталість та збереження природи. Зелене будівництво фокусується на використанні ресурсів таким чином, щоб зменшити негативний вплив на навколишнє середовище. Це включає використання енергоефективних

технологій, матеріалів і методів будівництва. Дизайн та озеленення спрямовані на включення рослин у будівельні простори для покращення естетики, якості повітря, зниження рівня шуму та поліпшення загального самопочуття.

Зелені будівлі підкреслюють використання енергоефективних систем опалення, вентиляції та кондиціонування повітря, а також добре ізольованих стін і дахів. Рослини забезпечують природну ізоляцію і допомагають підтримувати комфортну температуру всередині будівлі, зменшуючи потребу в штучному регулюванні температури.

У "зелених" будівлях застосовуються системи очищення повітря та методи зменшення викидів CO₂ та інших забруднюючих речовин. Рослини, особливо певні види рослин, можуть ефективно очищати повітря від шкідливих речовин і забруднювачів.

Зелене будівництво заохочує використання екологічно чистих матеріалів і методів, які сприяють біорізноманіттю. Використання різноманітних рослин підтримує біорізноманіття, створюючи природне середовище, яке може бути заселене різними видами.

Зелені будівлі мають на меті створити приємне і здорове середовище, в якому можна жити і працювати. Використання рослин в інтер'єрі та екстер'єрі може покращити настрій, зменшити стрес і підвищити загальне самопочуття.

Взаємодія між зеленим будівництвом, бойовим дизайном та озелененням будівель сприяє створенню сталого і здорового середовища для життя і роботи.

Емпайр Стейт Білдінг (Empire State Building), найвідоміша офісна будівля у світі, була повністю реконструйована у 2009 році. Відтоді вона є взірцем сталості та енергоефективності. У 2011 році він був нагороджений Золотою нагородою LEED, що зробило його найбільшою будівлею в США, яка отримала нагороду LEED. LEED - одна з найвідоміших систем

сертифікації для оцінки екологічної, соціальної та економічної якості будівель.

Екологічно чисті будівлі мають більшу цінність і менші витрати на експлуатацію та обслуговування. Оскільки їхня висока якість очевидна для власників, орендарів і користувачів, їх легше продати або здати в оренду. Сертифіковані будівлі можна порівнювати як на національному, так і на міжнародному рівні. Попит на сертифіковані будівлі постійно зростає.

На міжнародному рівні створено різні системи сертифікації сталого будівництва. Вони оцінюють будівлі за певним каталогом критеріїв, але використовують різні вагові коефіцієнти і базуються на типових національних стандартах і нормах.

Цей сучасний тренд в будівництві широко застосовується у всьому світі. Найбільш відомими системами рейтингування зеленого будівництва є:

1. британська система сертифікації BREEAM (Building Research Establishment Environmental Assessment Method)

2. система сертифікації LEED (Лідерство в енергетичному та екологічному проектуванні) від Ради з питань зеленого будівництва США

3. система сертифікації DGNB (Німецька рада зі сталого будівництва).

Ці сертифікати дозволяють операторам і власникам будівель дотримуватися структурованої процедури для вжиття практичних і вимірюваних заходів для планування, будівництва, експлуатації та обслуговування будівель, що відповідають принципам сталого розвитку. Зараз вони застосовуються у всьому світі[8].

2.2 Фітодизайн як частина зеленого будівництва

Створення зелених конструкцій має низку переваг, серед яких покращення зовнішнього вигляду будівлі або оздоблення внутрішнього середовища приміщень. Такий напрямок в зеленому будівництві має назву “Фітодизайн”

Фітодизайн - сучасний напрям в оздобленні інтерерів, екстерерів, будівельних площ та фасадів будинків. Даний тренд протягом останніх років набирає популярності, адже є ефективним та візуально естетичним засобом покращення зовнішнього вигляду будинків. Фітодизайн є однією складовою сучасного напрямку в архітектурі - "Зеленого будівництва".

Фітодизайн, згідно навчального посібника "Агроєкологія: термінологічний та довідниковий матеріал" - це проектування та практичне застосування рослин у штучному середовищі, для поліпшення умов існування людини, вирішення естетичних, медико-біологічних та інших проблем[9].

Основна ціль впровадження технологій фітодизайну - створення естетичних інтер'єрів. Візуальний ефект від використання рослин в інтер'єрі може бути дуже вражаючим і створювати унікальні дизайнерські рішення. Ефект від застосування фітодизайну в може мати ряд позитивних аспектів, наприклад:

1. Створення зон і зонування

Розміщення рослин і визначення просторових зон: рослини можуть підкреслити різні функціональні зони в приміщенні. Наприклад, великі тропічні або пальми можуть виділити зону відпочинку та робочу зону. Таке застосування може бути дуже ефективне в офісах або кафе чи ресторанах для огороження однієї або груп людей від інших працівників або відвідувачів закладу для створення комфортного особистого простору.

Використання рослин для зонування великих відкритих просторів: на великих відкритих просторах рослини можуть допомогти створити "острівці" зонування, забезпечуючи приватність та інтимність. Обмеження частини території від людей за допомогою рослин дає можливість використовувати частину площі під складські невеликі приміщення, електрощити, споруди комунальних потреб без втрати естетичної якості середовища. Також площу можна використати для створення зон відпочинку або для дитячих забав.

2. Вертикальне озеленення

Використання вертикальних садів і вертикальних рослинних систем на стінах створює вражаючі візуальні ефекти і виступає як сучасний елемент дизайну. Розміщення рослин на різній висоті додає інтер'єру глибини та динамічності. Вертикальне озеленення дає змогу “заповнити” пусті стіни, площини тощо.

3. Колір і форма:

Кольорові акценти: вибір рослин з яскравими квітами або незвичайним забарвленням листя може створити важливі кольорові акценти в дизайні. Різноманітність поєднання рослин різних форм і текстур додає інтер'єру різноманітності та краси. Вважається, що “зелене” оточення сприяє поліпшенню ментального здоров'я людини, покращує її загальне фізичне самопочуття. Озеленення міст покращує психічне здоров'я і благополуччя його мешканців. Дослідження говорять про те, що навіть невелика кількість часу, проведена на вулиці, допомагає при тимчасовій втомі і проблемі із концентрацією. Якщо вашим дітям зазвичай важко зосередитися – візьміть їх на прогулянку в парк. Навколишнє природне середовище грає набагато важливішу роль в добробуті дітей, ніж це визнавалося раніше. [10]

Зелень сама по собі асоціюється зі зменшенням насильства, симптомів дефіциту уваги, гіперактивності і симптомів стресу. Вона також пов'язана з ростом позитивного ставлення до роботи. Одне з досліджень прийшло до висновку, що навколишнє середовище, яка дає можливості як для побудови соціальних зв'язків так і для фізичної активності, обидві з яких можуть бути надані ‘зеленою інфраструктурою’, веде до позитивного впливу на психологічне здоров'я. [11][12]

Дизайнерські акценти: Розміщення на столах, стільницях і підвіконнях: рослини можна розташувати у функціональних зонах, таких як столи і стільниці, щоб створити візуально вражаючі фокусні точки.

Поєднуючи рослинний покрив та стилі інтер'єру можна досягнути оптимальної комбінації для створення унікальних і красивих дизайнів.

Озеленення будівельних конструкцій дає змогу вирішити ряд проблем характерних для тісної міської забудови з переважними депресивними ландшафтами. Рослинні насадження покращують якість повітря за рахунок поглинання вуглекислого газу, оптимізації параметрів мікроклімату в приміщенні та осадженні пилу. Озеленення чудово вписується в більшість інтерерів. Особливо популярними напрямками в створенні естетичного оздоблення внутрішніх приміщень будинків є технології вертикальних рослинних насаджень. Такий тип озеленення ефективно заповнює об'єм внутрішнього середовища будівель та не витрачає значну частину корисної площі. Приклади застосування вертикальних “Зелених” стін зображено на рис. 5.



Рис. 5. Приклад застосування вертикального озеленення в приміщенні[13]

Також в містах велику площу займають будинки збудовані ще за часів радянського союзу, для яких була характерна однотипна архітектура. Це переважно житлові об'єкти висотою до 9 поверхів та ідентичним плануванням. Розміщення великої кількості таких будинків в містах утворює проблему депресивних ландшафтів, які людина спостерігає на відкритому приміщенні

або спостерігає з вікна. Технології фітодизайну можуть вирішити цю проблему. Створення зелених конструкцій забезпечує урізноманітнення загального вигляду оточення що позитивно впливає на психоемоційний стан людини. Зокрема покращення фасадних площин за рахунок рослинних насаджень слугує відмінним дизайнерським рішенням навіть для однотипних будівель та споруд. Прикладом вдалого застосування фасадного озеленення може слугувати зовнішній вигляд L'Oasis D'Aboukir (рис. 6) або музею Quai Branly (рис. 7), що знаходяться в місті Париж, Франція[14]



Рис. 6. L'Oasis D'Aboukir - проект Патріка Бланка в Парижі (Франція)[14]



Рис. 7. Фасад Паризького музею Guai Branly [14]

Вертикальні “зелені” стіни всередині приміщень здатні покращити окрім вигляду інтерєру також якість повітря за рахунок корисних властивостей рослин. Окрім того технологія фітодизайну дозволяє вдало використовувати фітонцидні рослини та їх антибактеріальні властивості.

Правильний підбір рослин для вертикального озеленення дозволить зробити композицію на стіні закінченою, гармонійною. фітопанно із сукулентів. Вибирати культури слід не тільки за зовнішнім виглядом, але і по вимогливості до умов та особливостей зростання. Навіть за самими невибагливими культурами для вертикального озеленення необхідний догляд. В іншому випадку рослини швидко втратять декоративний вигляд.

2.3 Озеленення приміщень

Включення рослин в приміщення може бути відмінним дизайнерським рішенням. Рослини покращують більшість ітерерів та пасують до великого спектру кольорів. Наразі існує велика кількість способів поєднання зелених

насаджень з плануванням кімнати без втрати частини площі. Наприклад, згадані в цьому розділі зелені стіни, або облаштування великих але поодиноких рослин у вільному просторі.

Існує два основних види озеленення приміщень: це контактний, або відкритий, а також безконтактний, або закритий. Перший варіант передбачає створення зеленої системи, з якою люди можуть контактувати без шкоди для рослин. Другий – це повністю ізольовані системи, з якими не може бути ніякого контакту.

Контактне озеленення використовується в офісах дуже часто. Воно дійсно допомагає працівникам перепочити від роботи на лоні природи, почуватися комфортно. Закриті зелені композиції виконують більше декоративну функцію, хоча деякі з них доволі ефективно очищають повітря.

Серед найкращих відкритих типів озеленення варто згадати такі:

1. Зелені тераси. Якщо в офісі є балкони чи тераси, їх обов'язково варто прикрасити рослинами. Рулонний газон, в'юнкі рослини, невеличкі дерева – усе це чудово підходить для створення зони відпочинку на терасі. У багатьох випадках рулонний газон підходить для того, щоб працівники могли посидіти на ньому, відпочити.
2. Різноманітні композиції в горщиках. Акуратні й оригінальні композиції в дизайнерських горщиках розміщують не лише на підвіконнях. Вони можуть прикрашати робочі столи, розміщуватися на стінах і перегородках для зонування.
3. Фітокартини і подібні композиції. Сучасні флористи здатні зробити справжнє чудо – картини із живих рослин, лишайників, моху. Їх висаджують на спеціальні планки, підводять систему зрошення. Рослини можна висаджувати навіть у вигляді логотипу компанії.
4. Вертикальне озеленення. Зелені стіни – інструмент зонування і декору. Вони можуть виділяти робочі кабінки кожного окремого працівника,

розмежувати ресепшн і зону відпочинку, тощо. В'юнкі рослини висаджують на спеціальні ПВХ-панелі. Оскільки існує безліч видів та порід такої зелені, можна експериментувати з формами та кольорами.

Контакти композиції можуть перетворити найнудніший інтер'єр на дещо стильне і незвичайне. Головне, правильно обрати кашпо, контейнери та самі рослини. Важливо, щоб вони були досить гігієнічними та практичними.

Оскільки закриті композиції не передбачають прямий контакт із зовнішнім середовищем, вони ростуть у спеціальних контейнерах.

Найкращим прикладом закритого озеленення вважаються міні-сади – японські, альпійські, зимові. Флористи висаджують карликові породи дерев, квіти, інші рослини в спеціальні ніші. Усе це живе в офісі, але окремо від людей – за міцним прозорим склом. Тим не менш, працівникам дуже корисно спостерігати за такими садами, милуватися ними.

Ще один сучасний вид безконтактного озеленення – це оригінальні тераріуми. Їх вибір дуже великий! Флористи висаджують маленькі рослини, мох, лишайники в скляні контейнери. «Дім» для композиції може мати незвичайну форму. Іноді для таких цілей використовують навіть старі лампочки. Доповнюють композиції камінням, мініатюрними статуетками, навіть маленькими будиночками.

2.4 Візуальне середовище

Відомо, що зовнішній вигляд оточуючого середовища має вплив на психоемоційний стан людини. Візуальне середовище — один з головних компонентів життєзабезпечення людини. До того часу, поки людина більшу частину часу перебувала у природному середовищі, проблем в області відеоекології практично не було. Більш того, кажучи словами поета А. Білого: «Душа пила з очей алмазний ток довкілля». Процеси урбанізації цілком

виключили можливість насолоджуватися навколишнім середовищем, а замість «алмазного струму доквілля» людина отримала гомогенне і агресивне середовище, яке, будучи протиприродним, не тільки не дає естетичної насолоди, а й породжує велику кількість соціальних проблем. Серед проблем екології людини однією з актуальних є відеоекологія, що вивчає взаємодію людини з навколишнім візуальним середовищем[15]

Відеозабруднення – насичення міської архітектури елементами будівель, які служать причиною появи у людини дратівливості і навіть агресивності. Це явище було спеціально досліджено В. А. Філіним (1990), який розробив особливий розділ міської екології - відеоекологія. Причина відеозабруднення – збільшення частки гомогенних агресивних полів (голі стіни, монолітне скло, глухі паркани, асфальтові покриття, гладкі дахи будинків, однакові і рівномірно розміщені на поверхні елементи - вікна на стіні будинку, плитки на тротуарі або стіні, гофровані поверхні та ін.). Історично у людини сформувалася потреба в різноманітності зорового сприйняття в природному середовищі. На голій стіні очам нема за що "зачепитися", і це негативно позначається на роботі центральної нервової системи і в кінцевому підсумку на загальному самопочутті людини. Таким чином, так звані «архітектурні надмірності» можуть служити позитивним фактором, що підвищує різноманітність міського середовища. Саме вирішення цієї проблеми можливе завдяки впровадженню зелених конструкцій в будинках з однотипною агресивною архітектурою[16].

РОЗДІЛ 3. ФІТОНЦИДНА АКТИВНІСТЬ РОСЛИН

Деякі види рослин мають механізми боротьби з хвороботворними бактеріями та вірусами. Таку особливість представників флори називають фітонцидною активністю. Згідно інтернет-ресурсу Forest Bathing Central, фітонциди - це леткі органічні сполуки (ЛОС) або "ефірні олії", які виділяють деревами та іншими зеленими рослинами. Ці хімічні речовини мають природні антимікробні та інсектицидні властивості, які захищають рослину від мікробів та паразитів. Рослина виділяє ці активні речовини, щоб створити навколо себе поле захисту від шкідливих комах, бактерій і хвороб[18]. Фітонциди представляють собою різні хімічні сполуки, такі як ефірні олії, флавоноїди, алкалоїди та інші біологічно активні речовини, які рослини можуть виділяти в атмосферу. Фітонциди можуть бути використані як природний метод захисту рослин в сільському господарстві, а також в різних формах декоративного садівництва. Багато рослин, таких як лаванда, евкалипт, розмарин та інші, відомі своїми фітонцидними властивостями, і можуть використовуватися в дизайні інтер'єру для створення здорового та приємного середовища

Антибактеріальна діяльність рослин має ряд переваг для людини. Редактор журналу Environment.co Джейн Марш в статті “4 Phytoncides Benefits: How Trees Improve Our Health” описує користь фітонцидних рослин для людського організму. Вона відмічає, що фітонциди впливають на рівень кортизолу, регулюють настрій, зміцнюють імунітет та покращують сон[18]. Дослідження впливу фітонцидних властивостей рослин на здоров'я та психоемоційний стан людини за допомогою методики САН показали що ефірні олії поліпшують в самопочуття студентів та школярів на 7,5%, настрої на 12% на фоні незначного релаксаційного ефекту[19].

У своїй роботі “Effect of forest bathing trips on human immune function” Цин Лі (Qing Li) аналізує вплив фітонцидів на активність природних кілерів

людини (NK). Природні кілери або NK-клітини — великі гранулярні лімфоцити, що є частиною вродженого (неспецифічного) імунітету, оскільки, на відміну від Т- і В-лімфоцитів, на їхній поверхні відсутні антиген-специфічні рецептори. Природні кілери становлять 5-10 % від загальної кількості лімфоцитів у крові людини. В дослідженні повідомлялося, що NK-клітини вбивають пухлини або інфіковані вірусом клітини. Лі разом з помічниками інкубували клітини NK-92МІ у присутності фітонцидів та ефірних олій, екстрагованих дерев *Cryptomeria* (японський кедр) (рис. 8) та *Chamaecyparis obtuse* (рис. 9) протягом 48-144 годин.



Рис. 8. Кріптомерія (*Cryptomeria*) японська



Рис. 9. *Chamaecyparis obtusa*

Після повторних замірів активності НК-клітин, Лі та його команда виявили, що фітонциди значно підвищують цитолітичну активність клітин НК-92МІ залежно від дози та значно підвищують внутрішньоклітинні рівні перфорину, GrA та GRN у клітинах НК-92МІ. Фітонциди також частково, але значною мірою відновили знижену активність НК людини. Цей дослід показує що фітонциди мають безпосередній вплив на захисні показники імунної системи організму людини[20].

Різні види кімнатних рослин виділяють різну кількість фітонцидів, і дослідження показують, що їхній розмір також має значення. Здатність рослин виділяти достатню кількість фітонцидів для стимуляції активності наших НК-клітин в основному вивчалася на рослинах заввишки понад 30 см, з широким листям та/або загостреними кінчиками. Ці характеристики вказують на те, що найпоширеніші кімнатні рослини (тропічні та сукуленти) також є потенційно найефективнішими у підтримці нашої імунної системи.

У дослідженні 1973 року вимірювався рівень виділення фітонцидів у 300 видів кімнатних рослин. По завершенню дослідження вчені отримали короткий список рослин з високим рівнем виділення фітонцидів[21][22]:

- Alocasia macrorrhiza* (гігантське таро)
- Aspidistra elatior* (чавунник)
- Anthurium andreanum* (Квітка фламінго)
- Begonia masoniana* (Бегонія залізного хреста)
- Kalanchoe blossfeldiana* (Різдвяне каланхое)
- Nephrolepis exaltata* (Бостонська папороть)
- Monstera deliciosa* (Монстера)
- Hedera helix* (Плющ англійський)
- Ficus benjamina* (Фікус)
- Ficus elastica* (Фікус)
- Rosmarinus officinalis* (Розмарин)
- Dracaena draco* (Драконове дерево)
- Sansevieria grandis* (Змієголовник)
- Syngonium podophyllum* (Рослина стрілолист)
- Dieffenbachia maculata* (Очеретянка)
- Yucca elephantipes* (Юкка)
- Agave americana* (Американське алое)
- Clivia miniata* (Кущова лілія)

Schefflera actinophylla (Зонтичне дерево)

Crassula arborescens (Грошове дерево)

Philodendron scandens (філодендрон серцелистий)

Asparagus sprengeri (Папороть спаржева)

Фітонцидна активність рослин та дерев обмежена радіусом розповсюдження летких органічних речовин які виконують атибактеріальну та протипатогенну дію. В залежності від виду область активності летких сполук буде різнитися, тому це потрібно враховувати при створенні естетичного інтер'єру з застосуванням технологій фітодизайну. Чим більша площа приміщення тим більше зелених насаджень потрібно. Оцінюючи асортимент рослин зимового саду КНУБА в кількості 20 рослин, можна дійти висновку що на площу 930 м² даної кількості представників флори недостатньо. Наявний рослинний асортимент зимового саду КНУБА наведено в таблиці 1.

Таблиця 1. Асортимент рослин зимового саду КНУБА за морфологічними параметрами

Вид рослин	Кількість екземплярів, шт.	Висота, мм	Декоративність, бал	Враженість шкідниками
Сімейство <i>Agavaceae</i> L.				
<i>Yucca elephantipes</i> L.	4	150-300	3	-
Сімейство <i>Araliaceae</i> Juss				
<i>Schefflera actinophylla</i> L.	2	150	3	+
Сімейство <i>Araceae</i> Juss				
<i>Monstera deliciosa</i> Liebm.	2	120-150	4	-
<i>Diffenbachia seguine</i> Schott	1	150	4	-
Сімейство <i>Arecaceae</i> Juss				
<i>Areca lutescens</i> hort.	1	150	4	+
<i>Phoenix dactylifera</i>	1	150	3	+
Сімейство <i>Dracaceae</i> L.				
<i>Dracena compacta</i> L.	1	120	5	-
<i>Dracena fragrans</i> L.	1	200	3	-
Сімейство <i>Maivaceae</i> Juss				
<i>Hibiscus rosa-sinensis</i> L.	1	150	4	-
Сімейство <i>Moraceae</i> Link				
<i>Ficus benjamina</i> L.	3	200	5	-
<i>Ficus elastic</i> L.	2	150-200	3	-

Перелічені в таблиці види різняться за висотою та декоративними властивостями. Однак, було встановлено, що для ефективного санування приміщення такої великої площі потрібно близько 310 екземплярів крупномірних фітонцидних рослин. На значно меншу площу, зокрема житлове приміщення знадобиться набагато менше екземплярів, з урахуванням висоти стелі та загального об'єму кімнати. Також рослини потребують постійного догляду та захисту від шкідників. [23].

У кінці 80-х дослідники NASA доставили кілька видів рослин на космічну станцію й помістили їх в замкнуті камери. Вчені спостерігали, як поводяться ці живі організми, а потім почали впливати на них формальдегідом, бензолом, аміаком, ксилолом і трихлоретиленом.

Яка була реакція рослин? Вони, як правило, виділяли кисень, поглинали вуглекислий газ, але крім цього ще й знищували молекули перерахованих вище речовин.

Вчені NASA відібрали 5 хімічних субстанцій, які найбільш часто зустрічаються в повсякденному житті людини й негативно впливають на його здоров'я. До цих речовин відносять:

1. Аміак. Присутній в побутовій, комп'ютерній техніці, засобах для прибирання і вихлопних газах машин, які їздять під вікнами. Він може спровокувати біль у горлі, першіння і кашель, а також набряк гортані.
2. Бензол. Ця речовина міститься в милі, лаках і гумовій продукції. Бензол може викликати лейкемію, судоми та зниження артеріального тиску.
3. Ксилол. Входить до складу деяких клеїв, пластмас і шкіряних виробів. Через нього може статися подразнення шкіри, очей і дихальних шляхів.
4. Трихлоретилен. Виявляється в хлорованій воді, миючих засобах і лаках. Він здатний вражати нирки, печінку й викликати роздратування шкірних покривів.

5. Формальдегід. Його знаходять у килимових доріжках, меблях з ДСП і посуді з пластику. Може викликати астму та алергічні реакції.

У ході експерименту було виявлено, що кімнатні квіти й дерева виробляють фітонциди, які знищують молекули аміаку, бензолу, ксилолу, трихлоретилену й формальдегіду. А одна рослина здатна продезинфікувати 9,29 м² приміщення. Таким чином існування фітонцидної активності було доведено.

Але які саме рослини можуть дезінфікувати приміщення? згідно NASA, кращі кімнатні квіти для очищення повітря, це: алое; фікус; драцена; хризантема; плющ; сансевієрія; дендробіум; хлорофітум; антуріум.

РОЗДІЛ 4. МІКРОКЛІМАТ ТА ЙОГО ВПЛИВ НА ЛЮДИНУ

4.1 Мікроклімат

Поняття клімат та мікроклімат дуже схожі. Різниця між цими двома термінами в масштабі явища яке вони визначають. Так, згідно енциклопедії сучасної України, клімат – це багаторічний режим погоди, зумовлений сонячною радіацією, її перетворенням у діяльному шарі земної поверхні та пов'язаною з нею циркуляцією атмосфери й океанів і характерний для певної місцевості. Енциклопедія дає нам визначення також і для терміну мікроклімат – клімат не-великої території, зокрема всередині ландшафту гео-графічного, поля, схилу пагорба, галявини лісу, лісових смуг, берега озера, площі міста тощо. Поняття «Мікроклімат» переважно використовують для описання особливостей клімату конкретного місця, його відмінностей від клімату суміжної території або від загального клімату[24][25]. В контексті даної роботи ми розглядаємо мікроклімат як характеристики повітряного середовища в межах закритого приміщення, зокрема кімнати житлового будинку.

До основних параметрів мікроклімат належать: температура, вологість та загальна якість повітряного середовища закритого приміщення (загазованість, кількість пилу тощо).

Для оптимізації мікрокліматичних параметрів в закритому приміщенні використовують технологічні рішення, наприклад: кондиціонери, обігрівачі, зволожувачі повітря тощо. Також з тією ж метою в будинках передбачені елементи інженерних систем будівель, такі як вентиляція та опалення. На жаль, значна частина будинків що була зведена ще за часів радянського союзу мала недосконалу систему регулювання мікроклімату. Прикладом може слугувати технологія природної вентиляції. Сумарно проблеми старих систем оптимізації параметрів повітряного середовища з недостатньою кількістю провітрювання створювали проблему значного підвищення концентрації

вуглекислого газу в приміщеннях житлового призначення. Цей недолік спричиняє погіршення самопочуття людей при довго тривалому знаходженні їх всередині несприятливого мікроклімату. Для опису цієї проблеми було введено поняття синдрому “хворого” будинку.

4.2 Вплив мікроклімату на організм людини

Мікроклімат має значний вплив на здоров'я людини, зокрема на здатність її імунної системи протидіяти патогенним вірусам та бактеріям. Значний ефект від перебування в несприятливому кліматі проявляється лише при умові що людина перебуває в ньому достатньо великий проміжок часу. Для житлових приміщень це особливо актуально, адже внаслідок розповсюдження вірусних захворювань, зокрема COVID-19 в 2020 році, низка робіт та навчальний процес перейшли на віддалений режим роботи, тому людина стала більше проводити часу вдома. Окрім загальної забрудненості повітря внутрішнього середовища приміщень, вплив на імунну систему людини має також показники вологості та температури.

Вологість повітряного середовища в закритому приміщенні відіграє роль в роботі слизових оболонок людини. Вони в певній мірі беруть на себе захист організму адже здатні протидіяти, затримувати та знешкоджувати потенційно небезпечні хвороботворні бактерії та віруси. Доведено, що для ефективної роботи слизових оболонок, вони мають бути достатньо зволоженими.

Ще одним важливим фактором що впливає на імунітет людини - показник температури зовнішнього середовища. В оптимальних умовах та при комфортній сталій температурі повітря організм людини не буде витрачати зайву енергію для терморегуляції. В несприятливому мікрокліматі (при довготривалому знаходженні в ньому) в організмі людини спостерігатиметься ряд фізіологічних реакцій. До основних реакцій організму людини на несприятливу атмосферу, зокрема підвищену температуру належать:

підвищення артеріального тиску, потовиділення, прискорене серцебиття тощо. Варто фізіологічні реакції та їх інтенсивність можуть бути індивідуальними залежно від людини, її походження та стану здоров'я. Також важливо враховувати те, що прояв перерахованих фізіологічних реакцій значно помітніший при дуже несприятливому кліматі (мікрокліматі), тобто коли його показники далекі від нормальних або оптимальних. Однак для створення комфортних умов для проживання та роботи людей варто враховувати ці показники, адже вони мають вплив на здоров'я людей та на їхню ефективність праці[диплом бакалавра].

Загальна загазованість повітряного середовища, концентрація вуглекислого газу та інших забруднюючих речовин, разом з пилом, негативно впливають на самопочуття людини, мешканця будинку, працівника чи дитину. Причини погіршення стану здоров'я групи людей може бути не очевидним, коли проблема, насправді, в синдромі “хворої” будівлі.

Приклади рекомендованих розрахункових значень внутрішньої температури приміщення для проектування будівель і систем опалення, вентиляції та кондиціонування наведені в EN ISO 15927-4, в стандарті EN 15251:2007 (**в Україні не чинний**).

Таблиця 2. Приклади рекомендованих розрахункових значень внутрішньої температури приміщення для проектування будівель і систем опалення, вентиляції.

Тип будівлі / приміщення Type of building / space	Категорія Category	Робоча температура, °C Operative temperature °C	
		Мінімум для опалення (зимовий період) ~ 1,0 кло Minimum for heating (winter season), ~ 1,0 clo	Максимум для охолодження (літній період) ~ 0,5 кло Maximum for cooling (summer season), ~ 0,5 clo
Житлові приміщення: спальні, вітальні, кухні тощо Сидяча діяльність ~ 1,2 мет Residential buildings: living spaces (bed rooms, drawing room, kitchen etc) Sedentary ~ 1,2 met	I	21,0	25,5
	II	20,0	26,0
	III	18,0	27,0
Житлові приміщення: інші приміщення (кладові, холи тощо) Стояння-ходьба ~ 1,6 мет Residential buildings: other spaces: storages, halls, etc) Standing-walking ~ 1,6 met	I	18,0	
	II	16,0	
	III	14,0	

Згідно європейського стандарту EN 15251:2007 (в Україні не чинний), робочі температури (температури приміщення), що представлені на рис. 10, є дійсними для офісних будівель і інших будівель подібного типу, які використовуються в більшості випадків для діяльності людей переважно з сидячою роботою, та житлових будинків, де є вільний доступ до робочих вікон і мешканці можуть вільно пристосовувати їхню одягу до внутрішніх і/чи зовнішніх теплових умов. Обмеження щодо температури впроваджуються лише тоді, коли теплові умови в приміщенні доступно регулюються передусім мешканцями через відчинення та зачинення вікон. Декілька дослідів, проведених в натурних умовах, показали, що швидкість реагування мешканців на тепло у цих приміщеннях частково залежить від клімату навколишнього середовища, і відрізняється від швидкості реагування мешканців на тепло у будівлях з системами опалення, вентиляції та кондиціонування, здебільшого через

різницю теплового сприйняття, наявності контролю та зміни потреб мешканців.

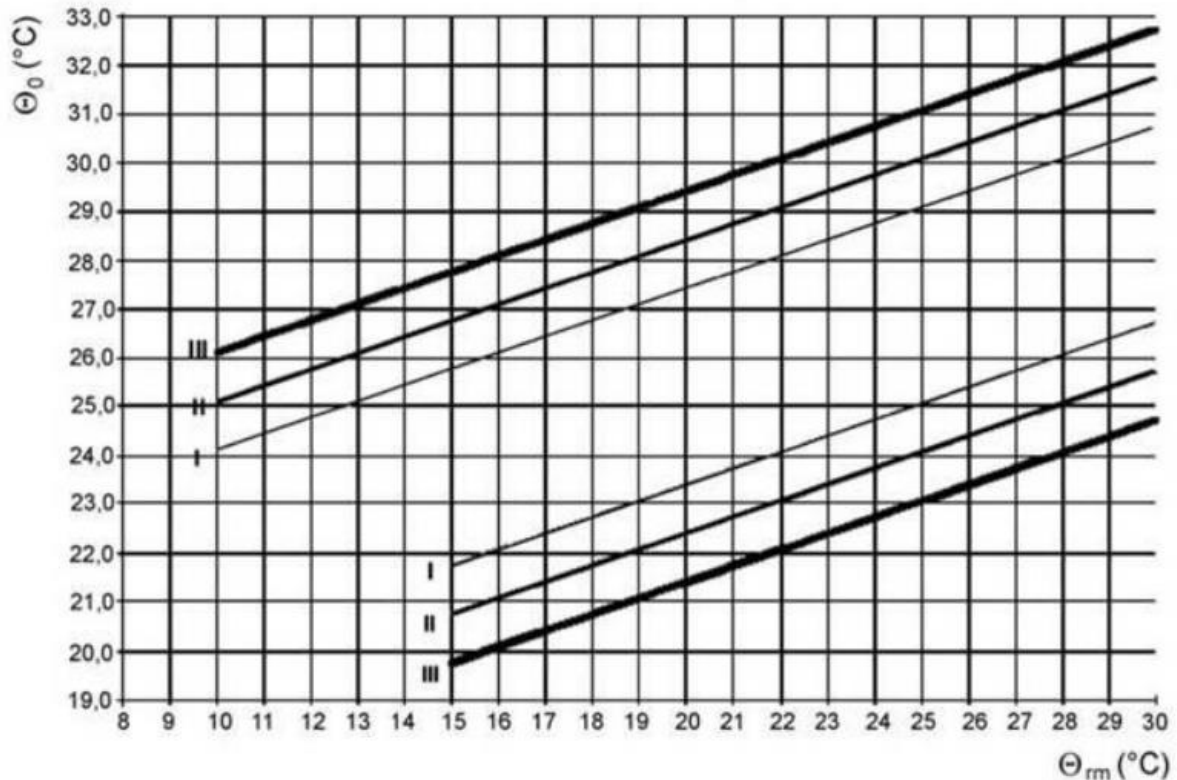


Рис. 10. Θ_{rm} - поточна середня температура навколишнього середовища, °С;
 Θ_0 - робоча температура, °С.

4.3 Синдром хворого будинку

Термін «синдром хворої будівлі» (SBS) використовується для опису ситуацій, коли довготривале перебування людей у певній будівлі призводить до різних недуг, проте об'єктивних причин, щоб свідчили про конкретну хворобу, немає. Сайт державної установи «Центр громадського здоров'я Міністерства охорони здоров'я України» пропонує нам наступне визначення терміну: 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 її приміщеннях. У 1984 році у звіті ВООЗ зазначалося, що близько 30% будівель у всьому світі можуть бути причиною скарг на самопочуття[26].

Джерела забруднення повітря в приміщенні можна умовно поділити на постійні та непостійні. До непостійних можна віднести будь які одноразові викиди в повітря через людську діяльність, наприклад: ремонт, прибирання з застосування токсичних елементів побутової хімії тощо. Джерела з постійним забрудненням повітря можна вважати ту діяльність яка відбувається неодноразово. До цієї категорії можна також віднести постійне застосування освіжувачів повітря у вигляді аерозолів, виділення від неякісних та не екологічно чистих будівельних матеріалів, куріння тощо. Також до цієї групи відносяться продукти людської життєдіяльності, зокрема вуглекислий газ. Постійні джерела шкідливі тому, що при недостатній вентиляції приміщення через певний проміжок часу концентрація забруднюючих речовин стає надто високою і починає впливати на самопочуття мешканців. Це стосується не лише житлових будівель, а і різних видів виробничої діяльності, бізнесів та робочих місць. Наприклад, забруднювачами можна вважати технічні пристрої які працюють на постійній основі, такі як комп'ютери в офісах, засоби для перукарів тощо. В контексті даної роботи оцінка якості повітря буде проводитися в межах житлової площі без врахування техніки, шкідливих хімічних речовин тощо, а лише продукти людської життєдіяльності, зокрема вуглекислий газ що виділяється з поверхні шкіри людини.

Для підтримання оптимальних параметрів мікроклімату, чистоти та якості повітря просто необхідна вентиляція з потраплянням зовнішнього повітря в приміщення. Зовнішнє повітря потрапляє в будинок і виходить з нього шляхом інфільтрації, природної вентиляції та механічної вентиляції. У процесі, відомому як інфільтрація, зовнішнє повітря потрапляє в будинок через отвори, стики і тріщини в стінах, підлозі та стелі, а також навколо вікон і дверей. При природній вентиляції повітря рухається через відчинені вікна та двері. Рух повітря, пов'язаний з інфільтрацією та природною вентиляцією, спричинений різницею температур повітря в приміщенні та на вулиці, а також вітром. Нарешті, існує цілий ряд механічних вентиляційних пристроїв, від

вентиляторів з зовнішнім витягом, які періодично видаляють повітря з окремих приміщень, таких як ванні кімнати і кухня, до систем обробки повітря, які використовують вентилятори і повітроводи для безперервного видалення повітря в приміщенні і розподілу відфільтрованого і кондиціонованого зовнішнього повітря в стратегічні точки по всьому будинку. Швидкість, з якою зовнішнє повітря заміщує повітря в приміщенні, називається кратністю повітрообміну. Якщо інфільтрація, природна вентиляція або механічна вентиляція незначні, швидкість повітрообміну низька, і рівень забруднюючих речовин може зростати.

Проблеми закритих приміщень можуть бути непомітні на перший погляд. Комісія з безпеки споживачів товарів Сполучених Штатів (U.S. CONSUMER PRODUCT SAFETY COMMISSION) пропонує нам декілька способів ідентифікувати проблеми повітря в приміщенні. Деякі наслідки для здоров'я можуть бути корисними індикаторами проблеми з якістю повітря в приміщенні, особливо якщо вони з'являються після переїзду людини на нове місце проживання, ремонту або переобладнання житла, або обробки будинку пестицидами. Якщо ви вважаєте, що у вас є симптоми, які можуть бути пов'язані з домашнім середовищем, обговоріть їх з лікарем або місцевим відділом охорони здоров'я, щоб з'ясувати, чи можуть вони бути викликані забрудненням повітря в приміщенні. Ви також можете проконсультуватися з сертифікованим алергологом або спеціалістом з медицини праці, щоб отримати відповіді на свої запитання.

Ще один спосіб визначити, чи є у вашому будинку проблеми з повітрям у приміщенні, чи вони можуть розвинутися, - це виявити потенційні джерела забруднення повітря в приміщенні. Хоча наявність таких джерел не обов'язково означає, що у вас є проблеми з якістю повітря в приміщенні, усвідомлення типу та кількості потенційних джерел є важливим кроком на шляху до оцінки якості повітря у вашому домі.

Третій спосіб визначити, чи може у вашому будинку бути погана якість повітря в приміщенні, - це проаналізувати ваш спосіб життя та діяльність. Діяльність людини може бути значним джерелом забруднення повітря в приміщенні. Нарешті, зверніть увагу на ознаки проблем з вентиляцією у вашій оселі. Ознаки, які можуть вказувати на те, що у вашій оселі недостатня вентиляція, включають конденсацію вологи на вікнах або стінах, смердюче або задушливе повітря, брудне обладнання центрального опалення та охолодження повітря, а також місця, де пліснявють книги, взуття та інші предмети. Щоб виявити запахи у вашій оселі, вийдіть на кілька хвилин на вулицю, а потім, повернувшись, зверніть увагу на те, чи відчутні запахи[27].

4.4 Вплив рослин на мікроклімат

Для вирішення проблеми забруднення повітря та оптимізації параметрів мікроклімату можна застосовувати корисні властивості зелених насаджень. Окрім фітонцидної активності яка відіграє важливу роль в очищенні повітря від хвороботворних бактерій та вірусів, рослини мають корисні властивості, такі як: відносний контроль вологості, зниження температури біля себе, поглинання вуглекислого газу та осадження пилу. Також рослинний асортимент чудово komponується в більшість інтер'єрів та позитивно впливає на психіку людини.

Рослини можуть суттєво покращувати на мікроклімат закритих приміщеннях, поліпшуючи якість повітря та забезпечуючи комфортні умови для проживання чи роботи. Очищення повітря може відбуватися завдяки здатності рослин вбирати шкідливі речовини, такі як формальдегід, бензол, трихлоретилен і інші, через свої листя та корені. Цей процес сприяє покращенню якості повітря і зменшенню рівня забруднюючих речовин. Вологість в закритому приміщенні покращується завдяки випаровуванню воду через процес транспірації, що може підтримувати оптимальний рівень вологості в приміщенні. Це особливо важливо в умовах централізованого опалення та кондиціонування, які часто зменшують вологість повітря в зимовий та літній періоди. Рослини можуть слугувати природними абсорберами звуку та вібрацій, допомагаючи зменшити рівень еха та загальний шум у приміщенні. Високі та густі рослини можуть використовуватися для створення природних бар'єрів для звукової ізоляції. Цей ефект актуальний для квартир або будинків поруч з автомобільними шляхами де відбувається інтенсивний рух транспортних засобів. Наприклад, села, зокрема будинки, що знаходяться біля автомобільної траси Е-95 або подібних.

Також до корисних властивостей рослин для комфортного мікроклімату можна віднести здатність організації простору та фільтрації світла. Вони

допомагають розсіювати світло, надаючи природний вигляд приміщенню, а також можуть допомагати зменшити освітлення штучним світлом.

Зелені насадження здатні частково регулювати температуру та вологість повітря. Відомо, що через випаровування води з поверхні рослини, зумовлює зниження температури на невеликій відстані від насадження. Клімат в межах лісу або іншої природної зони та міста сильно відрізняється. Це явище також називають температурним острівцем. Для боротьби з цією та іншими проблемами тісної забудови на дахах будинків в містах влаштовують зелені покрівлі. Така технологія зеленого будівництва недешева, однак в сумі з позитивними наслідками створення такої конструкції в довгостроковій перспективі окупається. В межах закритого приміщення ефект від впровадження “зелених” конструкції буде більш суттєвий з меншою кількістю витрат на створення естетичного дизайну.

Рослинний покрив всередині житлового будинку дає змогу зменшити негативний вплив ефектів синдрому хворого будинку шляхом оптимізації мікроклімату та очищення повітря, разом з осадженням пилу.

В осени та весною спостерігається зростання зафіксованих вірусних захворювань серед школярів та студентів. Це пов'язано з тим на цей період припадає збільшення кількості людей в закритих приміщеннях, внаслідок чого створюються всі умови для розповсюдження вірусних захворювань.

Рослини мають здатність оздоровлювати повітряне середовище. Оздоровлення повітряного середовища також називають санацією. Багато рослин мають корисний лікувальний ефект для організму людини, наприклад, Лаванда, фікус та інші. Найвідоміші рослини та їх лікувальний ефект наведено в таблиці 3.

Таблиця 3. Найвідоміші рослини з лікувальним ефектом

Назва рослини	Лікувальний ефект
Лаванда (Lavandula)	має приємний аромат і виробляє фітонциди, які можуть мати антисептичний та заспокійливий ефект.
Розмарин (Rosmarinus)	виділяє ефірні олії, які мають антимікробні та антисептичні властивості. Вони також можуть поліпшувати концентрацію та пам'ять.
Фікус (Ficus elastica)	рослина, відома як "Гумова рослина", може допомагати в очищенні повітря від токсичних речовин.
Евкалипт (Eucalyptus)	має сильний аромат, який може допомагати в знятті закладеності носа та покращенні дихальної функції.
Алое вера (Aloe vera)	окрім своїх корисних властивостей для шкіри, також може видаляти аерозольні токсичні речовини з повітря.
Герань (Pelargonium)	має аромат, який може допомагати відлягти дихальні шляхи та відганяти комах.
Спатифіллум (Spathiphyllum)	рослина, відома як "жіночий щастя", не тільки декоративна, але і може володіти очищувальними властивостями для повітря.
М'ята (Mentha):	має охолоджуючий аромат та може бути корисною для полегшення дихальних проблем.

4.5 Нормування мікроклімату

Закритим приміщенням можна вважати житлову площу, зокрема кімнату в будинку, офіс, кафе, клас, аудиторію, кабінет тощо. Якщо для житлової кімнати немає чітко визначених норм параметрів мікроклімату, то для інших типів закритих приміщень вони існують, адже це не лише корисна площа, а й робочі місця людей. Нормативні значення параметрів мікроклімату описані в постанові “Санітарні норми мікроклімату виробничих приміщень” ДСН 3.3.6.042-99. Дані про оптимальні величини температури, вологості та швидкості руху повітря в робочій зоні наведено в таблиці 4.

Згідно ДСН 3.3.6.042-99 Мікроклімат виробничих приміщень - це умови внутрішнього середовища цих приміщень, що впливають на тепловий обмін працюючих з оточенням шляхом конвекції, кондукції, теплового випромінювання та випаровування вологи. Ці умови визначаються поєднанням температури, відносної вологості та швидкості руху повітря, температури оточуючих людину поверхонь та інтенсивністю теплового (інфрачервоного) опромінення.

Оптимальні мікрокліматичні умови - поєднання параметрів мікроклімату, які при тривалому та систематичному впливі на людину забезпечують зберігання нормального теплового стану організму без активізації механізмів терморегуляції. Вони забезпечують відчуття теплового комфорту та створюють передумови для високого рівня працездатності.

Допустимі мікрокліматичні умови - поєднання параметрів мікроклімату, які при тривалому та систематичному впливі на людину можуть викликати зміни теплового стану організму, що швидко минають і нормалізуються та супроводжуються напруженням механізмів терморегуляції в межах фізіологічної адаптації. При цьому не виникає ушкоджень або порушень стану здоров'я, але можуть спостерігатися дискомфортні тепловідчуття, погіршення самопочуття та зниження працездатності.

Таблиця. 4.Оптимальні величини температури, відносної вологості та швидкості руху повітря в робочій зоні виробничих приміщень [28].

Період року	Категорія робіт	Температура повітря	Відносна вологість	Швидкість руху, м/сек.
1	2	3	4	5
Холодний період року	Легка Іа	22 – 24	60 - 40	0,1
	Легка Іб	21 – 23	60 – 40	0,1
	Середньої важкості Іа	19 – 21	60 – 40	0,2
	Середньої важкості Іб	17 – 19	60 – 40	0,2
	Важка ІІІ	16 – 18	60 – 40	0,3
Теплий період року	Легка Іа	23 – 25	60 – 40	0,1

Період року	Категорія робіт	Температура повітря	Відносна вологість	Швидкість руху, м/сек.
1	2	3	4	5
	Легка Іб	22 – 24	60 – 40	0,2
	Середньої важкості Па	21 – 23	60 – 40	0,3
	Середньої важкості Пб	20 – 22	60 – 40	0,3
	Важка ІІІ	18 – 20	60 - 40	0,4

Теплий період року - період року, який характеризується середньодобовою температурою зовнішнього середовища вище +10 град.С.

Холодний період року - період року, який характеризується середньодобовою температурою зовнішнього повітря, що дорівнює +10 град.С і нижче.

Якщо ми говоримо про житлове приміщення, там де людина не здійснює великої кількості фізичної роботи, то умовно можна вважати що людина, коли знаходиться в кімнаті виконує легку роботу. Даний вид робіт відноситься категорій Іа (в холодний період року) та Іб (в теплий період року). Згідно ДСН 3.3.6.042-99, Легкі фізичні роботи (категорія І) охоплюють види діяльності,

при яких витрата енергії дорівнює 105-140 Вт (90-120 ккал/год.) - категорія Іа та 141-175 Вт (121-150 ккал/год.) - категорія Іб. До категорії Іа належать роботи, що виконуються сидячи і не потребують фізичного напруження. До категорії Іб належать роботи, що виконуються сидячи, стоячи або пов'язані з ходінням та супроводжуються деяким фізичним напруженням.

До легкої роботи можна віднести навчання школярів та студентів або роботу в офісі, тобто без особливих фізичних навантажень. Така категорія робіт підходить для врахування її в нашій роботі. Розрахунок виділень летючих речовин внаслідок життєдіяльності людини (при диханні) потрібно розраховувати на одну дорослу особу, адже діти, особливо на малому віці дуже активні. Допустимі величини температури, відносної вологості та швидкості руху повітря в робочій зоні виробничих приміщень наведені в таблиці 5.

Таблиця 5. Допустимі величини температури, відносної вологості та швидкості руху повітря в робочій зоні виробничих приміщень

Період року	Категорія робіт	Температура, град. С				Відносна вологість (%) на робочих місцях – постійних і непостійних	Швидкість руху (м/сек.) на робочих місцях – постійних і непостійних
		Верхня межа		Нижня межа			
		На постійних робочих місцях	На непостійних робочих місцях	На постійних робочих місцях	На непостійних робочих місцях		
1	2	3	4	5	6	7	8
	Легка Іа	25	26	21	18	75	Не більше 0,1

Період року	Категорія робіт	Температура, град. С				Відносна вологість (%) на робочих місцях – постійних і непостійних	Швидкість руху (м/сек.) на робочих місцях – постійних і непостійних
		Верхня межа		Нижня межа			
		На постійних робочих місцях	На непостійних робочих місцях	На постійних робочих місцях	На непостійних робочих місцях		
1	2	3	4	5	6	7	8
	Легка Іб	24	25	20	17	75	Не більше 0,2
	Середньої важкості Іа	23	24	17	15	75	Не більше 0,3
	Середньої важкості Іб	21	23	15	13	75	Не більше 0,4
	Важка ІІІ	19	20	13	12	75	Не більше 0,5
	Легка Іа	28	30	22	20	55 – при 28 град. С	0,2 – 0,1
	Легка Іб	28	30	21	19	60 – при 27 град. С	0,3 – 0,1
	Середньої важкості Іа	27	29	18	17	65 – при 26 град. С	0,4 – 0,2
	Середньої	27	29	15	15	70 – при 25 град. С	0,5 – 0,2

Період року	Категорія робіт	Температура, град. С				Відносна вологість (%) на робочих місцях – постійних і непостійних	Швидкість руху (м/сек.) на робочих місцях – постійних і непостійних
		Верхня межа		Нижня межа			
		На постійних робочих місцях	На непостійних робочих місцях	На постійних робочих місцях	На непостійних робочих місцях		
1	2	3	4	5	6	7	8
	важкість і ПБ						
	Важка III	26	28	15	13	75 – при 24 град. С і нижче	0,6 – 0,5

Інтенсивність випромінювання та надходження сонячної радіації ми не враховуємо, адже наша робота пов'язана з перебуванням людей саме в житловому приміщенні. Норми що зазначені в ДСН 3.3.6.042-99 “Санітарні норми мікроклімату виробничих приміщень” застосовуються для робочих місць та виробничих приміщень. Всі інші дані щодо значень параметрів мікроклімату носять суто рекомендаційний характер, тому в даній роботі ми на них опиратися не будемо.

Норми провітрювання кімнат будинку також не встановлені, однак дані щодо частоти провітрювання приміщень можна використати з Наказом МОЗ “Про затвердження Санітарного регламенту для закладів загальної середньої освіти” від 25.09.2020 № 2205. Згідно цього документа навчальні приміщення провітрюють на перервах за відсутності дітей в приміщеннях. Тривалість провітрювання визначається погодними умовами за наведеною таблицею 6.

Таблиця 6. Тривалість провітрювання в приміщеннях навчального закладу.

Температура повітря вулиці в градусах Цельсія	Тривалість провітрювання приміщень (хв.)	
	на малих перервах	на великих перервах та між змінами
від +10 до +6	4-10	25-30
від +5 до 0	3-7	20-30
від 0 до -5	2-5	15-25
від -5 до -10	1-3	10-15
нижче -10	1-1,5	5-10

4.6 Забрудники повітря в закритому приміщенні

Маючи в експлуатації технологічні засоби що забезпечують вентиляцію та відносно очищення повітряного середовища в приміщенні не можна гарантувати абсолютну чисте та здорове повітря. Враховуючи, що ми проводимо від 80% до 90% часу в приміщенні, ми повинні серйозно ставитися до якості повітря в ньому. Існує два різних типи забруднювачів повітря в приміщеннях, якими може бути небезпечно дихати: частинки та гази, зокрема:

1. Частинки, які можуть перебувати в повітрі в приміщенні, включають пил, спори цвілі, пилових кліщів, пилок, лупу домашніх тварин.

2. Гази, такі як окис вуглецю (чадний газ), двоокис азоту (вихлопні гази автомобілів), радон (радіоактивний газ, продукт розпаду урану), а також летючі органічні хімічні речовини (ЛОС), такі як формальдегід.

3. Деякі забруднювачі повітря всередині приміщень містять як частинки, так і гази, наприклад дим лісових пожеж і тютюновий дим.

Частинки, що переносяться по повітрі (також називаються твердими частинками або ТЧ) включають частинки, які є «аерозольними» або досить легкими, щоб переноситися в повітрі. Більшість частинок у повітрі настільки

малі, що невидимі неозброєним оком. Частинки в повітрі поділяються на три розміри: великі, дрібні та дуже дрібні.

Великі частинки (PM10) являють собою зважені в повітрі частинки діаметром від 2,5 до 10 мікрон. Для порівняння: діаметр одного людського волосся становить від 17 до 181 мкм. Великі частинки складають менше ніж 1% всіх зважених в повітрі частинок і викликають подразнення очей, носа і горла. Приклади великих частинок включають: квітковий пилок, спори цвілі, частини комах.

Дрібні частинки менше ніж 2,5 мікрон в діаметрі і іноді називаються PM2,5 і складають близько 9% всіх частинок в повітрі. Невеликий розмір PM2,5 дає їм можливість потрапляти в тканину легенів, викликаючи респіраторні захворювання, такі як астма, бронхіт і емфізема. Частинки PM2,5 також були пов'язані зі збільшенням ймовірності серцево-судинних проблем, таких як аритмія та серцеві напади. Джерелами частинок PM2,5 є:

1. Лупа домашніх тварин. Пилові кліщі.
2. Побутовий пил.
3. Бактерії (включаючи *Legionella* — бактерію, що викликає інфекційне захворювання легенів).
4. Вихлопні гази автомобілів та інші викиди продуктів згорання.

Ультратонкі частинки мають діаметр менше ніж 0,1 мікрона. За загальною кількістю, близько 90% всіх частинок в повітрі мають цей розмір. UFP - не тільки найчисленніші частинки в повітрі, але і найбільш небезпечні для вашого здоров'я. Крихітний розмір ультратонких частинок дозволяє легко їх вдихати, депонувати в легені і всмоктувати безпосередньо в кровотік. Звідти вони потрапляють з вашим кровотоком у всі життєво важливі органи, включаючи мозок. Загальні джерела небезпечних дуже дрібних частинок включають:

1. Вихлоп автомобіля (особливо дизельного).

2. Дим лісової пожежі.

3. Тютюновий дим.

4. Сажа - утворюється в результаті неповного згоряння вуглеводнів, наприклад, при спалюванні деревини і вугілля; інші джерела включають нафтопереробні заводи та інші промислові підприємства.

5. Віруси.

Газоподібні забруднювачі - це гази, що утворюються при згорянні, а також в результаті виділення газів з таких джерел, як фарби, лаки, чистячі засоби, меблі з пресованого дерева і нові килими. Запахи зазвичай пов'язані з газами. Нижче наведені основні гази, що містять небезпечні забруднювачі повітря всередині приміщень.

1. Озон - це з'єднання, яке зустрічається в природі та відіграє життєво важливу роль в блокуванні шкідливого ультрафіолетового випромінювання сонця. На рівні землі озон токсичний. У той час як інші забруднювачі викидаються безпосередньо в повітря з різних джерел, озон створюється сонячним світлом, що впливає на оксиди азоту (NO) і летючі органічні сполуки (ЛОС) в повітрі.

2. Двоокис азоту - це газ з різким запахом, який може викликати проблеми з диханням. Діоксид азоту є попередником озону і твердих частинок. Він утворюється під час грози і в процесі горіння, найчастіше з вихлопних газів автомобілів. Внутрішні джерела діоксиду азоту включають не вентилявані обігрівачі та газові плити. Двоокис азоту може викликати подразнення легенів і знизити опірність респіраторним інфекціям.

3. Окис вуглецю зазвичай утворюється в результаті процесів горіння, таких як спалювання палива (деревина, нафта, вугілля, деревне вугілля, природний газ і пропан). У приміщенні до поширених джерел окису вуглецю відносяться газові плити. Він також виділяється на відкритому повітрі двигунами внутрішнього згоряння легкових, вантажних та інших

транспортних засобів. Короткострокові ефекти аналогічні ефектам кисневого голодування: головні болі, запаморочення, втома, прискорене серцебиття, нудота, сплутаність свідомості, порушення зору і м'язові посмикування. Високий рівень окису вуглецю небезпечний, тому що він перешкоджає поглинанню кисню кров'ю, викликаючи недолік надходження кисню в мозок.

4. Переважання діоксиду сірки майже повністю пов'язане з діяльністю людини. Він утворюється, коли вугілля і нафта, спалюються в промислових процесах. Це також може бути результатом згоряння палива в транспортних засобах. Двоокис сірки зазвичай викликає кислотні дощі і погану видимість. При вдиханні діоксид сірки може викликати задишку і біль у грудях. У довгостроковій перспективі це може викликати гостре респіраторне захворювання і незворотні зміни в легенях.

5. Радон - це радіоактивний газ без кольору, запаху і смаку, який утворюється природно. Радон виробляється природним шляхом: уран розпадається на радій, а потім на газоподібний радон. Потім він розпадається на тверді радіоактивні елементи, відомі як «дочірні продукти радону», які прикріплюються до частинок в повітрі і можуть вдихатися. Вплив радону є другою за вагомість причиною раку легенів серед людей, які не курять після впливу пасивного куріння. З урахуванням Чорнобильської катастрофи в Україні, а також наявності сховища ядерних відходів в Україні, на це аспект слід звернути підвищену увагу.

6. Летючі органічні сполуки також є прикладом газоподібних забруднювачів повітря всередині приміщень, що виділяються твердими або рідкими речовинами. ЛОС летючі, тому що вони легко випаровуються при кімнатній температурі і є органічними сполуками (містять вуглець). ЛОС мають широкий діапазон і різні рівні токсичності. Неповний список помітних токсичних летких органічних сполук включає: ацетон, бензол, формальдегід, стирол, тетрахлоретилен, толуол, ксилол. Загальні внутрішні джерела ЛОС включають: фарби, розріджувачі для фарб і клеї, меблі і килимове покриття,

побутова хімія і нові килими, будівельні матеріали. Летючі органічні сполуки відіграють важливу роль в утворенні озону і PM_{2,5}, які сприяють утворенню смогу. Летючі органічні сполуки та оксиди азоту діють як прекурсори, які під впливом сонячного світла реагують з утворенням озону та PM_{2,5}, що значною мірою сприяє забрудненню зовнішнього повітря в містах.

7. Синтетична форма формальдегіду виробляється у вигляді хімічної речовини, надходить з матеріалів, що використовуються в нових меблів і будівництві, таких як клеї, плити, покриття, масляні фарби і стінові тканини. Після виробництва продукти, що містять формальдегід, продовжують виділяти в повітря безбарвний (але не без запаху) газ. Усередині приміщення газ, що виділяється може швидко накопичуватися. Виділення газів збільшується, коли температура піднімається вище 22.2°C і/або рівень вологості піднімається вище 50 відсотків. Хоча рівні викидів формальдегіду з часом знижуються, значне виділення газів може тривати протягом місяців і навіть років[29].

4.7 Розповсюдження вірусних захворювань в закритих приміщеннях

Захворюваність людини від патогенних мікроорганізмів тісно пов'язане параметрами мікроклімату. Параметри мікроклімату можуть напряму залежати від погодних умов, системи опалення, гігієни повітряного простору тощо. Наприклад, захворюваність на грип та кір найвища восени та взимку. Опалення в приміщеннях знижує відносну вологість повітря, збільшуючи час виживання вірусів грипу та кору і підвищуючи ймовірність передачі інфекції чутливим групам населення. Спалахи поліомієліту частіше трапляються влітку, можливо, тому, що висока відносна вологість повітря впливає на виживання поліовірусу. Таким чином, у закритих приміщеннях відносна вологість є основним фактором, що впливає на швидкість інактивації вірусу в аерозолях. Механізм інактивації вірусу відносною вологістю досі невідомий. Зневоднення нуклеїнових кислот може відбуватися через видалення зв'язаної

води. Структура віріонів пов'язана з наявністю або відсутністю ліпідів у їх складі. Ліпідна оболонка складних вірусів захищає їх від згубного впливу низької відносної вологості. Систематична дезінфекція повітря в закритих приміщеннях необхідна для зменшення поширення різних інфекційних агентів повітряно-крапельним шляхом [30]. Варто зазначити, що навколишнє середовище має значний вплив на здатність організму людини протистояти впливу патогенних мікроорганізмів, особливо це стосується температури та фізіологічної реакції організму на її зміну. Охолодження або перегрівання організму людини знижує стійкість організму до патогенних та умовно-патогенних мікроорганізмів, порушує біокаталіз, послаблює опірність до мікроорганізмів і пов'язане зі зниженням фагоцитозу та загальної активності імунної системи проти інфекційних агентів.

Холод знижує опірність людського організму і сприяє розвитку частих респіраторних бактеріальних і вірусних захворювань. Відомо, що гострі респіраторні інфекції частіше зустрічаються восени та взимку, тоді як кишкові інфекції - влітку. Окрім температури та вологості, значний вплив мають також ультрафіолетове та іонізуюче випромінювання. Вплив сонячного світла залежить від довжини хвилі, тривалості та інтенсивності. Сонячне світло помірної інтенсивності сприятливо впливає на організм людини і значно підвищує опірність до інфекційних захворювань. У той же час, тривалий та інтенсивний вплив сонячного світла знижує опірність організму людини до патогенних мікроорганізмів. Вплив іонізуючого випромінювання має велике значення у зниженні опірності організму людини. Доведено, що малі дози рентгенівського опромінення підвищують сприйнятливість людей і тварин до різних захворювань, тоді як підвищені дози опромінення знижують сприйнятливість, сприяють активації умовно-патогенної бактеріальної флори і розвитку бактеріємії та сепсису. При цьому порушується проникність слизових оболонок, швидко знижується резистентність бар'єру і функціональна активність фагоцитів.

Важливо також зазначити, що на організм людини негативно впливають негігієнічні умови життя та праці. Тому особливу увагу слід приділяти стану повітря за межами будівель. Наприклад, якщо будинок розташований поблизу промислових об'єктів або в районі, де повітря сильно забруднене газами або пилом, необхідно забезпечити відповідні системи фільтрації повітря. Однак існують певні норми і правила, що забороняють експлуатацію таких установок, а в районах, де вони встановлені, встановлюються спеціальні санітарно-захисні зони. Проблеми забруднення повітря пов'язані з житловими районами, розташованими поблизу автомагістралей та інших територій, а не з житловими районами, розташованими відносно близько до промислових об'єктів. Негативний вплив забруднення повітря можна частково пом'якшити за допомогою озеленення в приміщенні та на вулиці. Саме фітонцидна здатність рослин допомагає вирішити проблеми розповсюдження вірусних захворювань завдяки свої антибактеріальній дії.

РОЗДІЛ 5. ОБ'ЄКТ ДОСЛІДЖЕННЯ

Оцінювати сануючий ефект від впровадження рослин в інтер'єр закритого приміщення ми будемо в межах житлового будинку, що знаходиться в селі Віта-Поштова. Населений пункт розташований за 18 км від міста Київ. Будинок котеджного типу розрахований на одну сім'ю. На даний момент будинок експлуатується, в ньому проживають люди.

Будинок збудований з екологічно-чистих матеріалів, які не виділяють токсичних речовин у повітря. Загальна площа об'єкту дорівнює 212,31 м². Житлова площа дорівнює 94,22 м². В більшості кімнат відстань від підлоги до стелі складає 3,100 мм. В межах будинку розташовано 17 приміщень. Кількість поверхів - 1. План поверху наведений на рис. 11 . Назва кімнат та їх площа згідно номеру на плані наведено в таблиці 7. Зовнішній вигляд будинку згідно робочого (генерального плану) зображено на рис. 12.

Таблиця 7. Назва кімнат та їх площа згідно номеру на плані

№	Назва	Площа, м ²
1	2	3
1-1	Прихожа	7,60
1-2	Коридор	18,41
1-3	Гараж	39,00
1-4	Тех. Приміщення	4,75

№	Назва	Площа, м ²
1	2	3
1-5	Пральня	3,91
1-6	Комора	2,62
1-7	Кухня	14,41
1-8	Санвузол	1,98
1-9	Санвузол	9,90
1-10	Санвузол	5,50
1-11	Гардероб	5,19
1-12	Гардероб	4,82
1-13	Вітальня	42,50
1-14	Кімната	12,53
1-15	Кімната	14,04
1-16	Кімната	13,86

№	Назва	Площа, м ²
1	2	3
1-17	Кімната	11,29
	Загальна площа	212,31 м ²
	Житлова площа	94,22 м ²

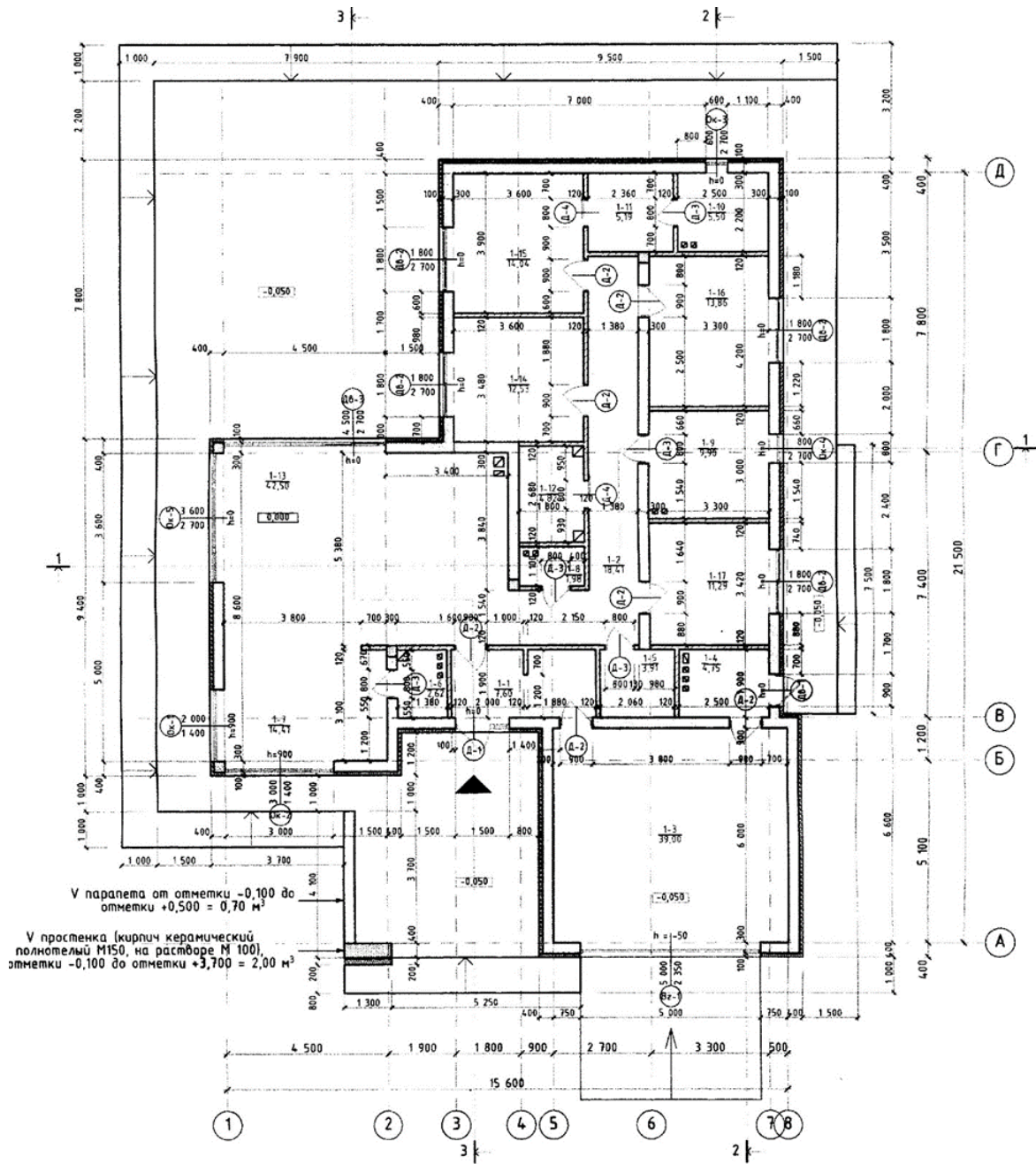


Рис. 11. План поверху дослідного об'єкта.

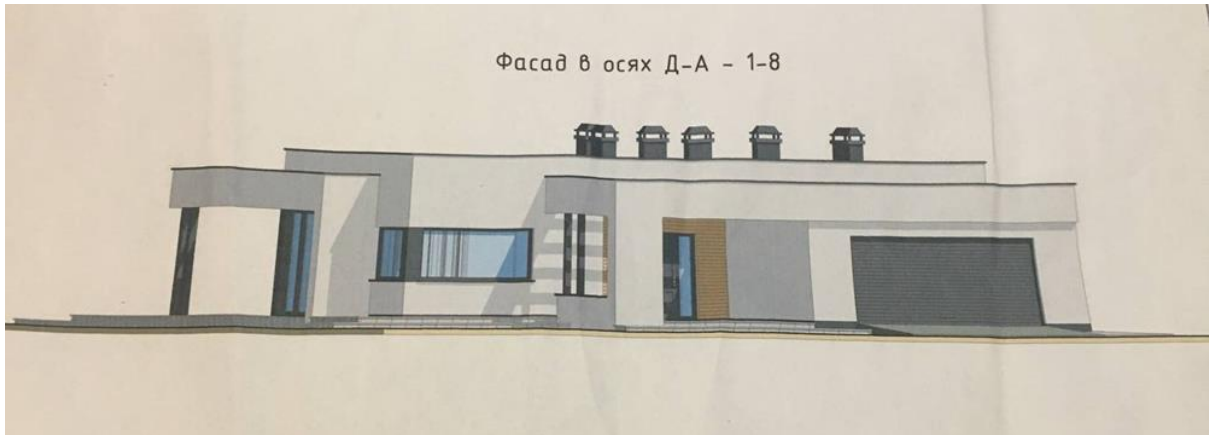


Рис. 12 . Зображення фасаду досліджуваного будинку в осях Д-А – 1-8.

5.2 Досліджувана площа

На мою думку, оцінювати сануючий ефект від рослин для всього дому немає сенсу, адже людина більшість часу проводить лише в частині дому. Мешканець будинку на відміну від кімнат житлового призначення рідко довго перебуває в гаражі, санвузол, гардероб тощо. В кухні відбувається приготування страв, тому там активно використовується техніка, така як печі, холодильник, мікрохвильова піч, міксер тощо. Гараж розрахований на автомобіль і припустимо що там відбуваються невеликі ремонтні роботи, фарбування тощо. Можна припустити, що іноді буде виділятися токсичні речовини від використання лакофарбових матеріалів, масел, вихлопних газів, клею, пилу тощо.

Будемо розглядати площу однієї кімнати на прикладі приміщення під номером 1-15. Схематичне зображення приміщення зображено на рис. 13. Площа кімнати згідно таблиці 7 складає 14,04 м². Оскільки цей будинок вже експлуатується то ми не можемо знати хто та скільки осіб перебуває в даному приміщенні більшість часу. Будемо вважати що в кімната розрахована на одну дорослу особу без енергозатратної техніки (телевізора, компютера тощо). Зовнішні стіни будинку складаються з піноблоків, тому тепловтрата через них

не суттєва. Перегородки з керамічної цегли. В кімнаті одне вікно з металопластикового каркасу. Згідно проекту підлога з ламінату або паркету.

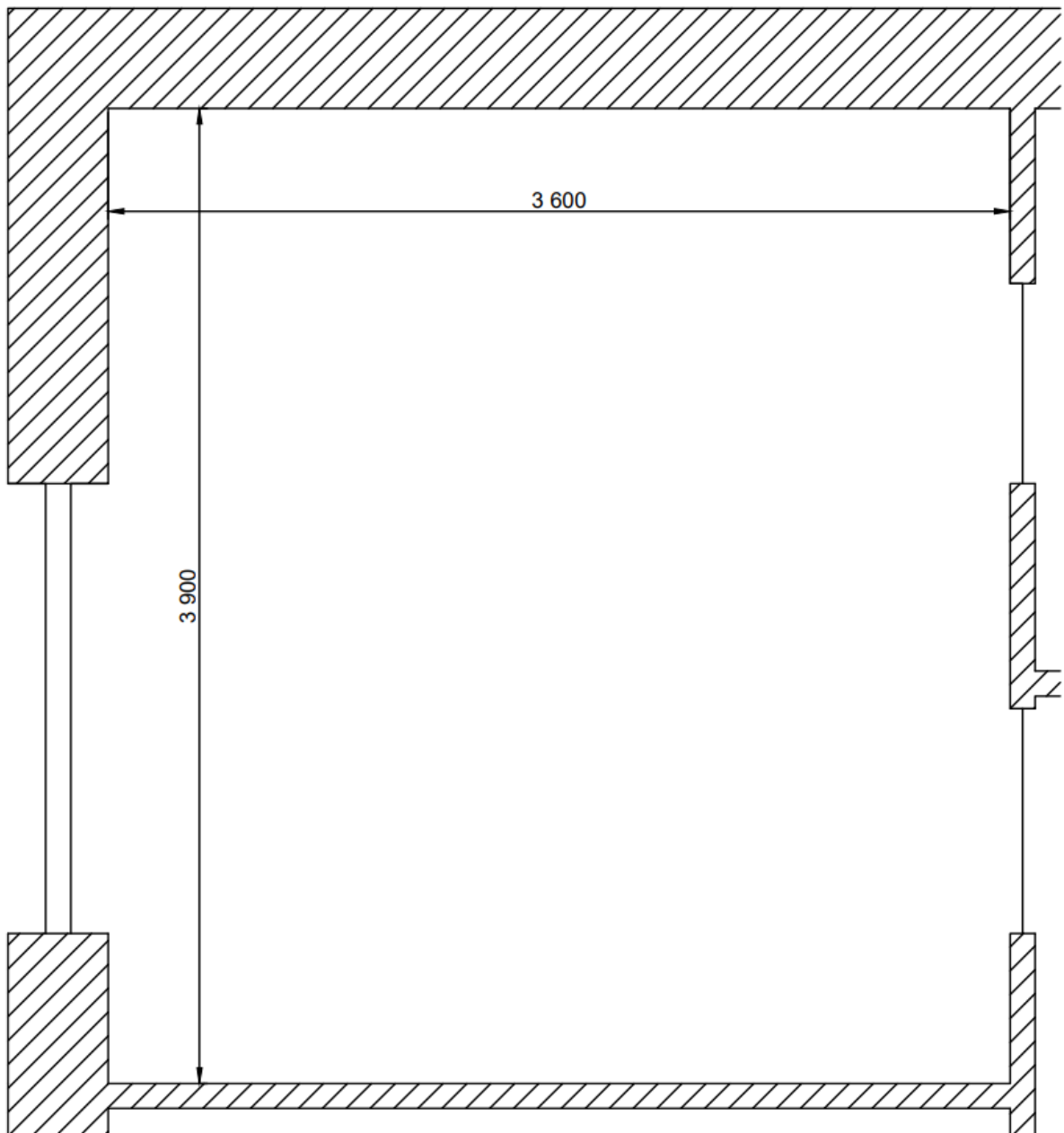


Рис. 13. Схематичне зображення приміщення 1-15

РОЗДІЛ 6. ОЗДОРОВЛЕННЯ ПОВІТРЯНОГО СЕРЕДОВИЩА

6.1 Загальна інформація

Для дослідження властивостей рослин санувати (оздоровлювати) повітряне середовище потрібно мати інформацію про початкові параметри мікроклімату приміщення та після включення зелених насаджень. На жаль, через те що досліджуваний будинок вже перебуває в експлуатації ми не маємо можливості проводити заміри безпосередньо в ньому.

Оскільки відсутність доступу до реального об'єкта дослідження ускладнює збір даних, було розроблено альтернативний підхід. Замість цього, ми використовували дані що були отримані в лабораторії зелених конструкцій КНУБА за допомогою газообмінної камери. Фіксація показників проводилася періодично протягом близько 5 годин для рослини “Бирючина звичайна” (Рис. 14). Бирючина звичайна - це розповсюджений в озелененні багаторічний чагарник, який часто використовується для створення зелених огорож та зелених терас.



Рис. 14 Бирючина звичайна (*Ligustrum vulgare*)

Для зручного орієнтування прономеруємо час досліджень (Таблиця 8). Таким чином, згідно таблиці ... №1 відповідає першому проміжку часу, а №8 – останньому. Для кожного проміжку часу показник атмосферного тиску залишається сталим, та відповідає значенню 740,9 гПа.

Таблиця 8. Номерація часу зняття показників приладів

Номер (№)	Час фіксації показників
1	02:05:04:11 - 02:05:18:21
2	02:36:24:19 - 02:38:11:20
3	03:10:39:24 - 03:11:41:02

Номер (№)	Час фіксації показників
4	03:43:13:23 - 03:44:37:10
5	04:23:17:11 - 04:24:52:24
6	05:08:07:00 - 05:09:45:23
7	06:16:15:00 - 06:18:29:23
8	07:10:00:05 - 07:11:03:23

Даний експеримент моделює очищення повітря рослинами в закритому приміщенні. Робота газообмінної камери передбачає рух неочищеного повітря через відсік з рослинами та замір показників на виході. Схема роботи газообмінної камери зображена на рис. 15.

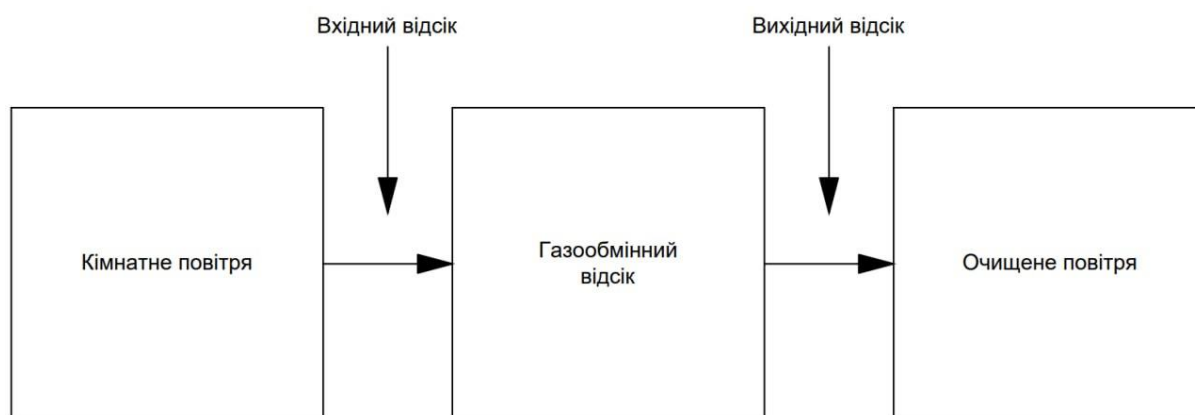


Рис. 15. Схема роботи газообмінної камери

Експеримент можна умовно поділити на декілька етапів:

1. Розміщення рослини в газообмінному відсіку

2. Фіксація показників об'єму кімнатного повітря в вхідному відсіку та подання його в газообмінний відсік з рослиною.
3. Фіксація показників повітря у вихідному відсіку
4. Занесення результатів до таблиці для подальшого порівняння

Цей експеримент дає змогу порівняти достовірно якість повітря до і після включення в простір приміщення рослинних насаджень та оцінити ступінь очищення повітря.

6.2 Показники газоаналізатора вхідного відсіку

До вхідного відсіку газообмінної камери потрапляє “кімнатне” повітря, яке може бути штучно забруднене для оцінки очищення повітря рослинами.

Показники вхідного відсіку включають:

1. PM_{2,5} та PM₁₀, мкг/м³;
2. Концентрацію CO₂, ppm;
3. НСНО, мг/м³;
4. TVOC, мг/м³;
5. Температуру, °C;
6. Відносну вологість, %.

1. PM_{2,5} та PM₁₀. Particulate matter (PM) це мікроскопічні тверді частинки. Фактично - це все в повітрі, що не є газом, і складається з величезного різноманіття хімічних сполук та матеріалів, деякі з яких можуть бути токсичними. Через невеликий розмір багатьох частинок, що утворюють PM, деякі з цих токсинів через дихання можуть потрапляти в кров і транспортуватися по всьому тілу, осідаючи в серці, мозку та інших органах. Тверді частинки класифікуються за розміром. На сьогоднішній день у країнах ЄС та США, де уряди опікуються здоров'ям громадян, проводиться вимірювання концентрацій PM, де частинки мають діаметр менше 10 мкм (PM₁₀) і діаметр менше 2.5 мкм (PM_{2.5}).

У містах підвищення концентрацій РМ зазвичай спостерігається біля доріг зі жвавим автомобільним трафіком та у безпосередній зоні підприємств-забруднювачів у залежності від напрямку та швидкості вітру. Дуже забруднене повітря буває саме у ті дні, коли вітру немає взагалі (штиль), або вітер дуже слабкий. Тоді у приземному шарі відбувається швидке накопичення частинок забруднення, що не виносяться у верхню атмосферу та за межі населеного пункту. Повітря може мати запах гарі, зменшується видимість, спостерігається смог чи імла. Також можна вважати забрудненим повітря у містах під час серпанку чи туману. Мікроскопічні крапельки води, що літають у повітрі під час туману, вже не є чистою водою. Вони можуть складатися з розчину шкідливих хімічних речовин, що потрапляють в краплі із забрудненого автотранспортом повітря. Адже туман зазвичай буває при дуже слабкому вітрі, а найчастіше - під час штилю[31].

2. НСНО. Формальдегід (НСНО) — хімічна речовина з формулою H_2CO , найпростіший із альдегідів, перший член гомологічного ряду аліфатичних альдегідів. Чистий мономерний формальдегід при звичайних умовах є безбарвним газом із характерним різким запахом. Оскільки формальдегід є летючою органічною сполукою (ЛОС), за кімнатної температури він стає газом. Коли температура і вологість у приміщенні підвищуються – запах формальдегіду посилюється.

3. TVOC. Летючі органічні сполуки (VOC) - це широка категорія органічних сполук, що переносяться повітрям і містять вуглець і водень, легко випаровуються і диспергуються за кімнатної температури. VOC виділяються широким спектром будівельних матеріалів, фарб, меблів і повсякденних споживчих товарів. Ви дізнаєтеся, коли VOC знаходиться поруч із вами, просто за його сильним запахом.

Оскільки існують тисячі летких органічних сполук, і багато з них можуть існувати в умовах приміщення, TVOC (загальна кількість летких органічних сполук) використовуються для представлення різних груп летких органічних сполук, які можуть існувати в приміщенні. Загальна кількість летких органічних сполук (TVOC) - це клас летких органічних сполук, що використовується для позначення загальної кількості забруднювальних речовин. Або ми можемо сказати, що загальна сума VOC відома як TVOC.

Покази газоаналізатора вхідного відсіку газообмінної камери занесені до таблиці 9. Температура та вологість до таблиці на додаєм, оскільки середня температура для кожного проміжку часу 23°C. Також на додаєм відносну вологість, оскільки середні значення змінювались не суттєво і коливаються в межах від 40 до 43 %.

Таблиця 9. Покази газоаналізатора вхідного відсіку газообмінної камери

№	PM2,5, мкг/м ³	PM10, мкг/м ³	CO ₂ , ppm	HCHO, мг/м ³	TVOC, мг/м ³
1	100,000	114,375	1465,050	0,059	0,493
2	86,065	96,679	1325,630	0,057	0,484
3	69,571	80,436	1188,711	0,057	0,473
4	59,762	71,328	1072,161	0,056	0,465
5	47,701	57,872	950,550	0,055	0,455
6	40,337	47,542	838,591	0,054	0,444
7	28,719	32,923	713,407	0,053	0,432
8	20,881	22,308	647,358	0,053	0,423

Проаналізувавши таблицю можна звернути увагу на те, що концентрація формальдегідів (HCHO) та TVOC надто низька. Результати вихідного відсіку будуть на рівні похибки, тому в подальшому ці значення ми не будемо враховувати.

6.3 Покази газоаналізатора в газообмінному відсіку

В газообмінному відсіку розміщується рослина. В нашому експерименті це Бирючина звичайна. Газоаналізатор фіксує значення температури (°C), вологості (%) та концентрацію CO₂, (ppm). Показники газоаналізатора в газообмінному відсіку занесені до таблиці 10.

Таблиця 10. Показники газоаналізатора в газообмінному відсіку

№	CO ₂ , ppm	Температура, °C*	Відносна вологість, %*
1	1095	31,3	76,5
2	1006,804348	31,3	76,5
3	905,65625	31,3	76,9
4	800,8837209	31,3	77,1
5	707,8913043	31,3	77,7
6	598,9148936	31,2	77,5
7	498,3333333	38,2	78,9
8	400,7714286	31,1	78,4

Можна звернути увагу, що температура і вологість в газообмінному відсіку значно вищі від вхідного відсіку. Однак показники вуглекислого газу

вже менші від попередніх. Спостерігається тенденція до зменшення рівня CO₂. Порівняльна діаграма наведена на рис. 16.

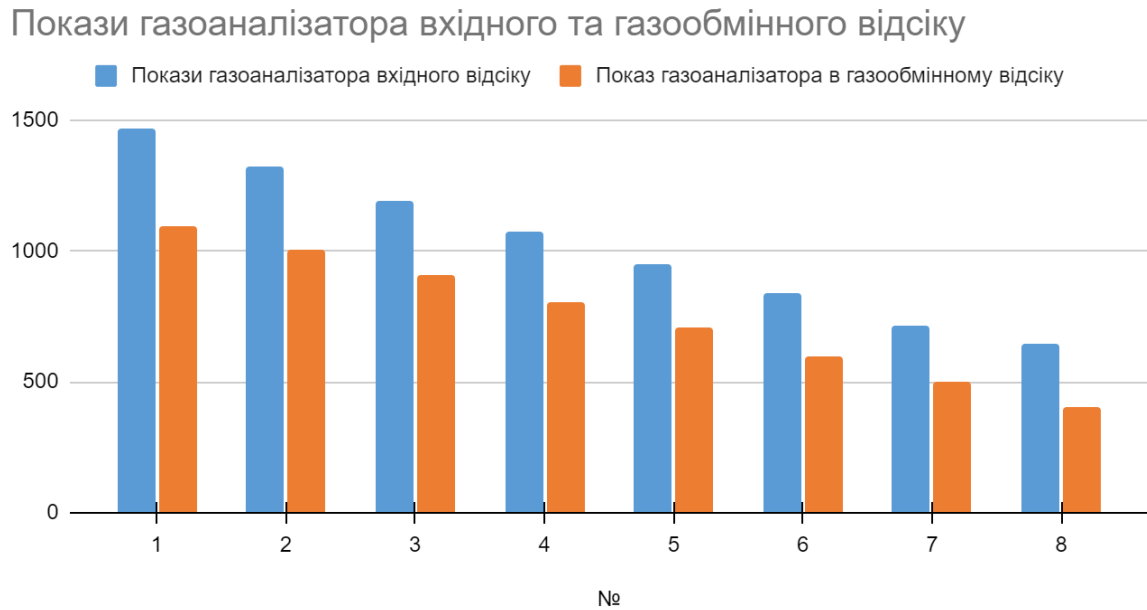


Рис. 16. Порівняльна діаграма показників газоаналізатора вхідного та газообмінного відсіку

6.4 Покази газоаналізатора вихідного відсіку

Вихідний відсік дає змогу оцінити ефект від очищення повітря рослинами. Повітря що надходить до відсіку вже пройшло через камеру з рослиною і має параметри що сильно відрізняються від початкових. Покази газоаналізатора наведені в таблиці 11.

Таблиця 11. Покази газоаналізатора вихідного відсіку

№	PM _{2,5} , мкг/м ³	PM ₁₀ , мкг/м ³	CO ₂ , ppm	Температура, °C	Відносна вологість, %
1	27,733	30,867	1080,600	34	52 - 53

№	PM2,5, мкг/м ³	PM10, мкг/м ³	CO ₂ , ppm	Температура, °C	Відносна вологість, %
2	24,587	26,548	1001,612		
3	22,581	23,304	923,059		
4	17,291	18,661	845,521		
5	13,396	14,124	753,825		
6	10,330	10,515	666,160		
7	6,635	6,973	556,197		
8	4,930	5,045	492,346		

Порівнявши значення таблиці 9 з показниками кімнатного повітря та таблиці 11 з показниками повітря що було очищене рослинами можна стверджувати що якість повітря покращилася. Для візуального порівняння використаємо діаграми (рис. 17 та 18).

Покази PM2,5 (мкг/м³) вхідного та вихідного відсіку газоаналізатора

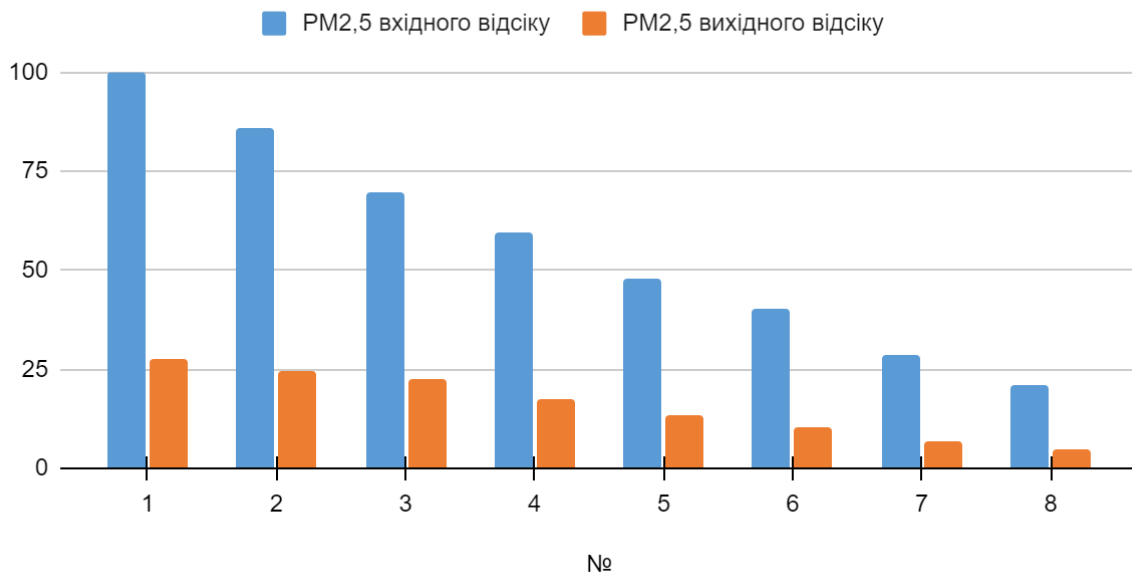


рис. 17. Покази PM2,5 вхідного та вихідного відсіку газоаналізатора

Покази PM10 (мкг/м³) вхідного та вихідного відсіку газоаналізатора

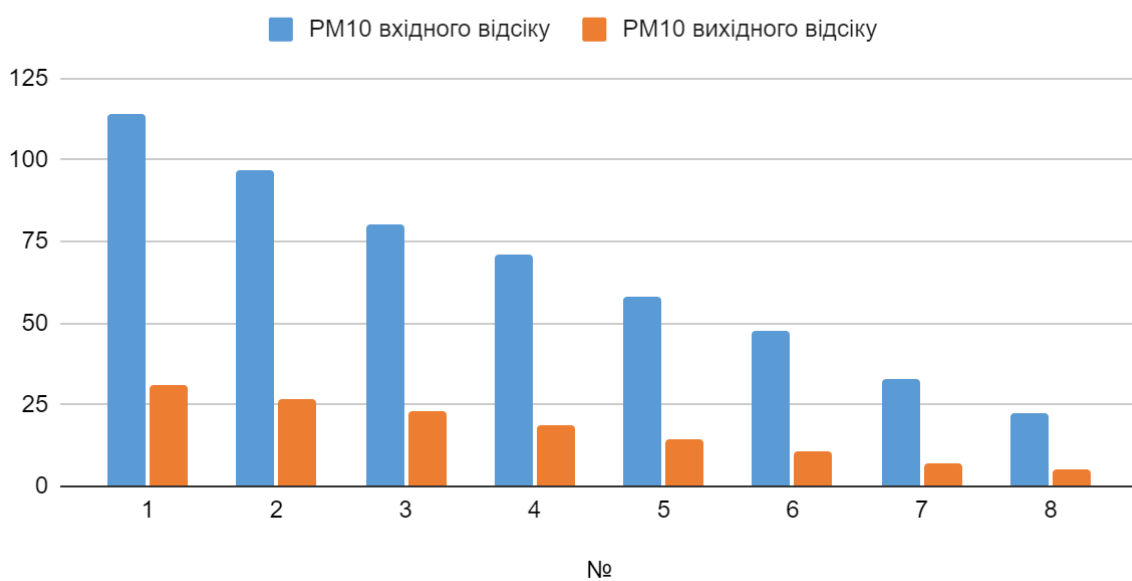


Рис. 18. . Покази PM10 вхідного та вихідного відсіку газоаналізатора

Можна спостерігати значне зниження $PM_{2,5}$ та PM_{10} . На всіх проміжках часу різниця показів вхідного та вихідного відсіку більше 50%. Рослини мають значний вплив на кількість твердих частинок в повітрі, тому чудово підійдуть для очищення повітря від них.

Також спостерігається зниження концентрації вуглекислого газу в повітрі. За допомогою діаграми можна оцінити різницю між показниками вхідного та вихідного відсіку газообмінної камери (рис. 19).

Покази CO_2 (ppm) газоаналізатора вхідного та вихідного відсіку

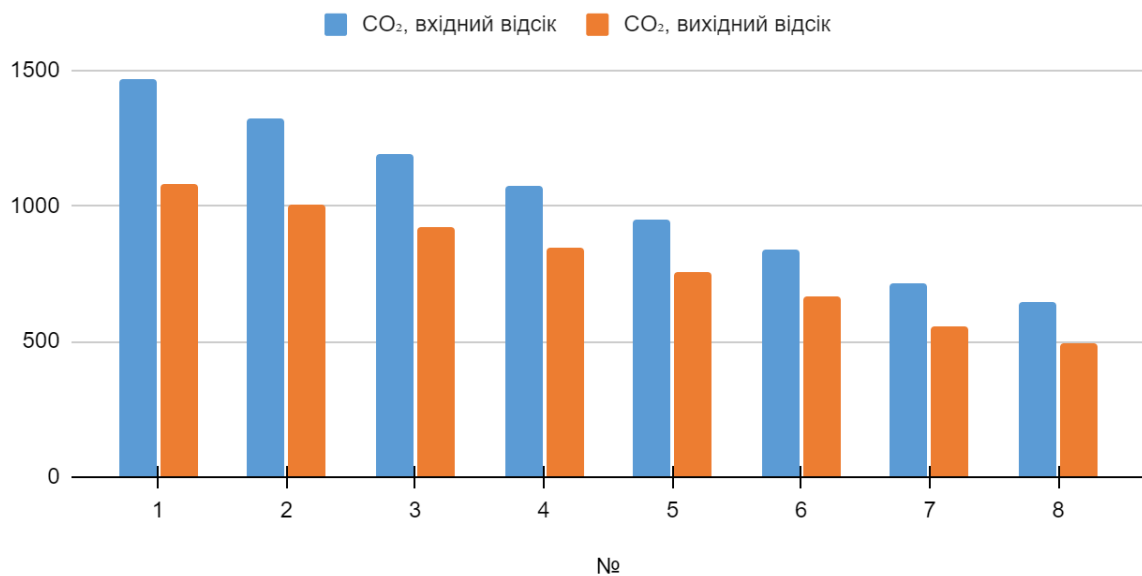


Рис. 19 Покази CO_2 газоаналізатора вхідного та вихідного відсіку

Можемо спостерігати незначне зниження концентрації CO_2 в показниках газоаналізатора вихідного відсіку. Варто зазначити що рослини не будуть очищати середовище від вуглекислого газу повністю, адже це буде становити загрозу для їх життєдіяльності. В даному досліді для всіх проміжків часу різниця концентрації вуглекислого газу між повітрям вхідного та вихідного відсіку коливається в межах від 20 до 26 %.

6.5 Очищення повітря від НСНО та TVOC

Оскільки у вихідних даних дослідження концентрація формальдегідів (НСНО) та TVOC була надто малою, різниця між показниками газоаналізатора вхідного та вихідного відсіку дуже мала і знаходиться на рівні похибки. Для оцінки здатності рослин покращувати якість повітря за рахунок поглинання формальдегідів та летючих органічних речовин потрібно звернутися до інших інформаційних ресурсів.

На офіційному сайті Буковинського державного медичного університету опублікована стаття “Кімнатні рослини, які ефективно очищують повітря в приміщенні” за авторством асистента кафедри медичної біології та генетики Катерини Тимчук. В тексті статті перелічені кімнатні рослини з корисним впливом на повітряне середовище. Серед властивостей деяких видів флори зазначається здатність очищувати повітря приміщень від формальдегідів. Найкращі кімнатні рослини для очищення повітря, згідно статті, це: Алоє, Драцена, Сансевієрія, Хлорофітум, Бегонія, Спатифіллум, Герань. Перелік найкращих кімнатних рослин та токсичні речовини які вони поглинають наведені в таблиці 12[32].

Таблиця 12. Перелік рослин та токсичних речовин які вони поглинають.

№ з/п	Назва рослин	Токсичні речовини, які поглинає	Позитивні ефекти
1	2	3	4
1	Алоє (Aloe)	Формальдегід Вуглекислий газ;	Має лікувальні властивості; Широко використовується у народній медицині;

№ з/п	Назва рослин	Токсичні речовини, які поглинає	Позитивні ефекти
1	2	3	4
		<p>Бензол;</p> <p>Аміак.</p>	<p>Дуже хороший очисником повітря у кімнаті (поглинає до 90% формальдегіду, що виділяється всередині приміщення);</p> <p>Листя алое виділяють велику кількість фітонцидів, які впливають на організм людини. Під їх впливом зміцнюється імунітет людини, поліпшуються процеси мислення.</p>
	<p>Драцена (Dracaena)</p>	<p>Формальдегід;</p> <p>Ксилол;</p> <p>Бензол;</p> <p>Трихлоретилен;</p> <p>Вуглекислий газ.</p>	<p>Один з найкращих очисників повітря в домі;</p> <p>Поглинає в себе близько 70% шкідливих речовин з повітря таких як формальдегід, ксилол, бензол і трихлоретилен, і знешкоджує їх.</p>
	<p>Сансевієрія (Sansevieria)</p>	<p>Оксиди азоту</p>	<p>Поглинає оксиди азоту і формальдегіди;</p>

№ з/п	Назва рослин	Токсичні речовини, які поглинає	Позитивні ефекти
1	2	3	4
		<p>Вуглекислий газ;</p> <p>Формальдегід;</p> <p>Бензол;</p> <p>Трихлорметан;</p> <p>Ксилол;</p> <p>Толуол.</p>	<p>Є вдалим вибором для будь-якого приміщення – підійде як для дитячої кімнати, так і для кухні;</p> <p>Позитивно впливає на імунітет людини і захищає його від токсинів, які виділяються лінолеумом і синтетикою.</p>
	<p>Хлорофітум (Chlorophytum)</p>	<p>Чадний газ;</p> <p>Формальдегід;</p> <p>Вуглекислий газ;</p> <p>Ксилол;</p> <p>Толуол;</p> <p>Бензол;</p> <p>Аміак.</p>	<p>Здатний поглинати чадний газ та формальдегід;</p> <p>Одна з найкращих рослин-фільтрів, здатна самотужки очищати повітря у кімнаті площею до 10 метрів квадратних;</p> <p>Виділяє в повітря фітонциди та знезаражує його, ефективно борючись з численними збудниками хвороб.</p>

№ з/п	Назва рослин	Токсичні речовини, які поглинає	Позитивні ефекти
1	2	3	4
	Бегонія (Begonia)	Формальдегід; Вуглекислий газ; Бензол.	Сприяє глибокому сну і релаксації, а сама квітка зменшує дію електромагнітного випромінювання від побутової техніки. В результаті цього організм повноцінно відпочиває вночі і набагато легше прокидається вранці, що сприяє гарному настрою на весь день.
	Спатифіллум (Spathiphyllum)	Формальдегід; Чадний газ; Вуглекислий газ; Бензол; Аміак.	Зустрічається також з назвою «жіноче щастя». Завдяки своїм широким густим листочкам, і навіть своїй незвичайній квітці рослина здатна справлятися з безліччю токсинів, таких як бензол, чадний газ, формальдегід і аміак. Спатифіллум також має властивість підвищувати вологість повітря та очищувати повітря від пилу.

№ з/п	Назва рослин	Токсичні речовини, які поглинає	Позитивні ефекти
1	2	3	4
	Герань (Geranium)	Формальдегід; Вуглекислий газ; Бензол; Аміак.	Має сильну антибактеріальну дію і здатна оздоровлювати повітря в приміщеннях. У герані міститься багато найрізноманітніших корисних речовин: дубильні речовини, крохмаль, солі, органічні кислоти, антоціани, флавоноїди, ефірна олія, багато кальцію. Також чинить спазмолітичну, протизапальну, протинабрякову, знеболювальну антисептичну дію. Молоді листочки у свіжому вигляді допомагають при хворобах нирок та кишечника. Рослина широко застосовується при запальних захворюваннях горла та носа, герань можна використовувати при отиті, тонзиліті, ангіні і деяких інших захворюваннях. Рослина полегшує перебіг ішемії, тахікардії, аритмії

Можна стверджувати, що не всі зелені насадження ефективно очищують повітряне середовище від формальдегідів та летючих речовин, тому потрібно враховувати це при виборі рослинного асортименту для включення їх в кімнатні приміщення.

РОЗДІЛ 7. РЕКОМЕНДАЦІЇ

Технології фітодизайну дозволяють гармонійно поєднувати різні типи озеленення з більшістю інтер'єрів житлових приміщень, закладів харчування, освіти, офісів тощо. Ці технології окрім естетичної складової мають позитивний вплив на здоров'я людей завдяки своїй властивості очищати та оздоровлювати повітряне середовище закритих приміщень.

Для житлових приміщень, якість повітряного середовища дуже важлива, адже людина проводить там більшу частину свого часу. На жаль, не всі можуть собі придбати технічні системи регулювання мікроклімату. Окрім обмеження по вартості таких технологій, в умовах малої площі такі системи можуть погіршувати дизайн та комфорт кімнат, створювати зайве навантаження на електромережу або навіть надто гучно працювати.

Наш об'єкт дослідження - це приміщення (кімната) площею 14,04 м² всередині одноповерхового житлового будинку котеджного типу в селі Віта-Поштова Київської області. В ході експерименту з газообмінною камерою в лабораторії зелених конструкцій ми визначили що очищення повітря за допомогою рослин. Зелені насадження здатні покращувати якість повітря за такими параметрами:

1. Знижують концентрацію CO₂ в повітрі закритого приміщення на 20-30%;
2. Знижують рівень PM_{2,5} та PM₁₀ на 70-80%;
3. Знижують рівень НСНО та TVOC в залежності від виду рослин;
4. Зниження та оптимізація температури повітря та вологості;
5. Оздоровлення повітряного середовища за рахунок фітонцидної активності.

Для покращення якості повітря всередині закритого приміщення рекомендуємо використовувати технології фітодизайну для ефективного

озеленення та оздоровлення мікроклімату. Наприклад, для заповнення пустих площин, голих стін доцільно застосовувати вертикальне озеленення. Цей метод також підійде для візуального поділу приміщення на частини, що буде доцільно в дитячих кімнатах або квартирах-студіях.

Оздоровлення повітряного середовища рослинами відбувається також за рахунок їх фітонцидної активності. Виділення таких летючих органічних речовин відбувається лише в обмеженому радіусі. Для видів висотою 1,5 - 2,0 м. фітонциди розповсюджуються в радіусі до 1,5 м. від рослини. Такі види недоцільно розміщувати в кутах кімнати або в місцях де люди проводять дуже мало часу. Натомість, ефективно мати фітонцидні види рослин в середині кімнати або в робочій зоні, так фітонциди будуть розповсюджуватись на більшу частину кімнати. Схематично таке розміщення зображено на рис. 20. Варто зазначити, рослини не будуть оздоровлювати повітря повністю, але значно покращують якість повітря і позитивно впливають на здоров'я людини.

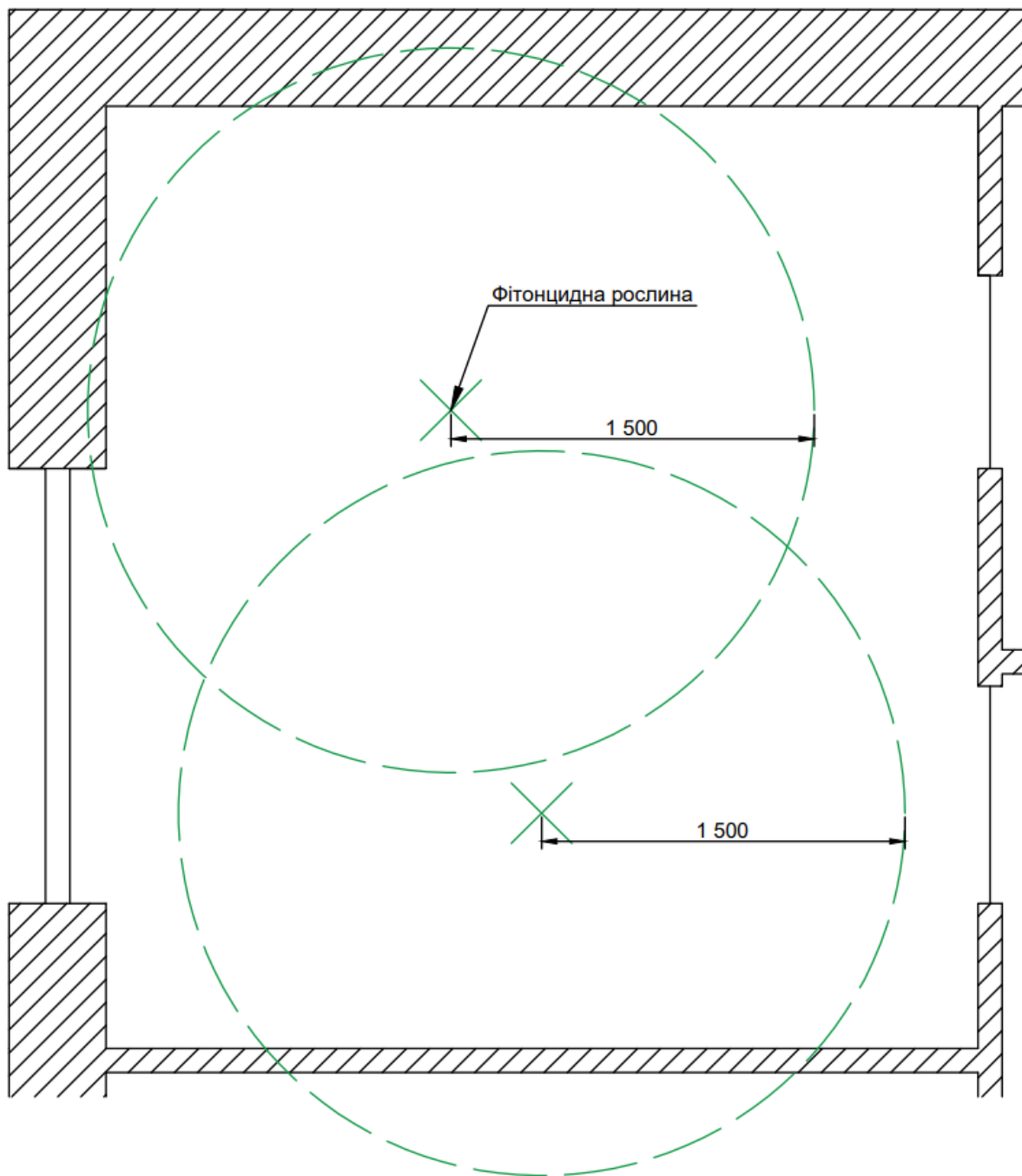


Рис. 20

ВИСНОВКИ

Людина проводить більшість свого вільного та робочого часу в межах закритих приміщень. Через довготривале перебування в ізольованому просторі повітря внутрішнього середовища будинку має значний вплив на самопочуття та працездатність людини. Роботу по забезпеченню постійного надходження свіжого повітря в приміщення та видалення забрудненого беруть на себе інженерні та технічні системи регулювання мікроклімату (кондиціонери, вентиляція тощо). На жаль, ще в значній частині України експлуатуються застарілі житлові будинки однотипного планування. Інженерні системи оптимізації мікроклімату в таких будинках застарілі та не є енергоефективними. Крім того, зовнішній вигляд таких житлових масивів негативно впливає на психоемоційний стан людей.

Для оптимізації та оздоровлення повітряного середовища закритих приміщень пропонується застосувати технології фітодизайну. Окрім покращення зовнішнього вигляду будівель та їх внутрішнього простору, рослини здатні позитивно впливати на концентрації забруднюючих речовин в повітряному середовищі.

Оцінити здатність рослин оздоровлювати та очищати повітряне середовище нам дав змогу експеримент з газообмінною камерою в лабораторії зелених конструкцій КНУБА. Ми мали змогу порівняти якість об'єму повітря в кімнатних умовах та після очищення рослинними насадженнями. За результатами експерименту було встановлено, що представники флори можуть поглинати велику кількість забруднюючих речовин та тим зменшуючи їх концентрацію в повітряному середовищі.

Отриману інформацію ми використали для надання рекомендацій по включенню рослин в інтер'єрі житлових площ, зокрема спальних кімнат на прикладі будинку котеджного типу в селі Віта-Поштова.

Технології фітодизайну дозволяють поєднувати рослинний асортимент з різним типом планування будівель та внутрішнього середовища приміщень. Розміщення зелених насаджень всередині житлових та виробничих середовищах позитивно впливає на якість повітря, мікроклімат та здоров'я людей. Також технології фітодизайну покращують енергоефективність будинків.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. [Гатненська громада - Київська область, (gromada.info)](<https://gromada.info/gromada/gatnenska/#4204>)
2. Міністерство захисту довкілля та природних ресурсів України. **Регіональна доповідь про стан навколишнього природного середовища київської області у 2022 році** [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <https://mepr.gov.ua/diyalnist/napryamku/ekologichnyj-monitoryng/regionalni-dopovidi-pro-stan-navkolyshnogo-seredovyshha-v-ukrayini/>
3. ДСТУ-Н БВ.1.1-27:2010. Будівельна кліматологія. [Чинний з 2011-11-01] / Мінрегіонбуд України. – К.: Укрархбудінформ, 2011. – 123 с.
4. Рівень забруднення атмосферного повітря за адресою: Britannica School у селі Віта-Поштова [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <https://www.saveecobot.com/station/19108>
5. Наслідки воєнних дій та вплив на довкілля. Екозагроза [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <https://ecozagroza.gov.ua/>
6. Б. В. Кіндюк, М. Б. Бизова, О. В. Бірюков. Житлово-комунальне господарство міст / конспект лекцій / АО БАХВА – 2008
7. Основи екології: підручник для студ. вищих навч. закладів / О-75 / В. Г. Бардов, В. І. Федоренко, Е. М. Білецька та ін. за де. В. Г. Бардова, В. І. Федоренко. – Вінниця : Нова книга, 2013. – 424 с.
8. Green Building – Certified sustainable construction. GEZE[Електронний ресурс]. – Режим доступу: <https://www.geze.fr/en/discover/topics/green-building>
9. Агроекологія: термінологічний та довідниковий матеріал.: Навчальний посібник. Вінниця. Нова Книга, 2008 – 328 с.

10. Nancy M. Wells, 2000. At Home with Nature: Effects of “Greenness” on Children`s Cognitive Functioning
11. Portland’s Green Infrastructure: Quantifying the Health, Energy, and Community Livability Benefits, Environmental Services, City of Portland
12. Про вплив зелених зон на здоров’я людини. Екопарк Осокорки. [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <https://ecopark-osokorky.com.ua/2018/09/01/>
13. Фитостена в інтерьере (78 фото). Фитостена плющ. [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <https://pro-dachnikov.com/dom/66440-fitostena-v-interere-78-foto.html>
14. Вертикальные сады мира: ТОП-10. HiS [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <https://his.ua/ua/article/vertikalnye-sady-mira-top-10-2017-04-27>
15. Дедю І. І. Экологический энциклопедический словарь. — Кишинів, 1989.
16. СЛОВНИК – ДОВІДНИК З ЕКОЛОГІЇ: Навчально-методичний посібник / О. Г. Лановенко, О. О. Остапішина. – Херсон: ПП Вишемирський В.С., 2013. – 226 с
17. Phytoncides: The Science Behind Forest Bathing Benefits. Forest bathing central [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <https://forestbathingcentral.com/phytoncides/>
18. 4 Phytoncides Benefits: How Trees Improve Our Health. Jane Marsh - February 24, 2023. ENVIRONMENT [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <https://environment.co/phytoncides-benefits/>
19. Використання фітонцидних та психостимулюючих властивостей ефірних олій для оптимізації повітряного середовища навчальних приміщень [Електронний ресурс] / В. Д. Веденєєв, С. Т. Омельчук, О. В. Кузьмінська, А.

М. Гринзовський // Український науково-медичний молодіжний журнал. - 2015. - № 1. - С. 5-9. - Режим доступу: http://nbuv.gov.ua/UJRN/Unmmj_2015_1_3

20. Li Q. Effect of forest bathing trips on human immune function. *Environ Health Prev Med.* 2010 Jan;15(1):9-17

21. Plants can save us. Deborah Choi. Medium [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <https://medium.com/@horticulture/plants-can-save-us-a3e446d6c75c>

22. ASSORTMENT OF PLANTS FOR IMPROVING INDOOR AIR QUALITY IN MEDICAL INSTITUTIONS. Țîmbalî Valentina [Електронний ресурс]. – Режим доступу: https://ibn.idsi.md/sites/default/files/imag_file/108_6.pdf

23. Оздоровлення повітряного середовища закритих приміщень за допомогою фітодизайну фітонцидними рослинами [Електронний ресурс] / Т. М. Ткаченко, І. О. Прокопенко // Вентиляція, освітлення та теплогазопостачання. - 2021. - Вип. 37. - С. 54-61. - Режим доступу: http://nbuv.gov.ua/UJRN/votp_2021_37_9

24. [Клімат / В. М. Бабиченко, Л. М. Гущина, Н. В. Ніколаєва // Енциклопедія Сучасної України [Електронний ресурс] / Редкол. : І. М. Дзюба, А. І. Жуковський, М. Г. Железняк [та ін.] ; НАН України, НТШ. – К. : Інститут енциклопедичних досліджень НАН України, 2013. – Режим доступу : <https://esu.com.ua/article-8461>

25. Мікроклімат / В. М. Шпиг // Енциклопедія Сучасної України [Електронний ресурс] / Редкол. : І. М. Дзюба, А. І. Жуковський, М. Г. Железняк [та ін.] ; НАН України, НТШ. – К. : Інститут енциклопедичних досліджень НАН України, 2019. – Режим доступу : <https://esu.com.ua/article-67582>

26. Indoor Air Facts No. 4 (revised). Sick Building Syndrome. EPA. February 1991 [Електронний ресурс]. – Режим доступу:

https://www.epa.gov/sites/default/files/2014-08/documents/sick_building_factsheet.pdf

27. The Inside Story: A Guide to Indoor Air Quality. U.S. CONSUMER PRODUCT SAFETY COMMISSION [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <https://www.cpsc.gov/Safety-Education/Safety-Guides/Home/The-Inside-Story-A-Guide-to-Indoor-Air-Quality>

28. Санітарні норми мікроклімату виробничих приміщень ДСН 3.3.6.042-99. МОЗ України, Голов.державн.санітарний лікар; Постанова, Норми від 01.12.1999 № 42

29. Які основні забруднювачі повітря всередині приміщень. Венкон [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <https://vencon.ua/ua/articles/kakovu-istochniki-zagryazneniya-vozduha-v-primishchenii>

30. Медична мікробіологія, вірусологія та імунологія : підручник для студ. вищ. мед. навч. заклад/ За редакцією В. П. Широбокова / Видання 2-е. – Вінниця : Нова книга, 2011. – 925с.

31. Метеопост. Що таке PM2.5 та PM10 [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <https://meteorpost.com/info/PM/>

32. Кімнатні рослини, які ефективно очищують повітря в приміщенні. К. Тимчук. БДМУ – 2022. [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <https://www.bsmu.edu.ua/blog/kimnatni-roslyny-yaki-efektyvno-ochyshhuyut-rovitrya-v-primishhenii/>

с