**ЗАПОРІЗЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ**

**Факультет біологічний**

**Кафедра загальної та прикладної екології і зоології**

**Кваліфікаційна робота**

**магістра**

на тему Екологічний моніторинг забруднення житла токсичними леткими органічними сполуками

Виконав: студент 2 курсу, групи 8.1018-з

спеціальності 101 екологія,\_освітньої програми екологія та охорона навколишнього середовища

Прибіга Олександр Анатолійович \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_

Керівник \_\_\_\_\_\_\_\_к.т.н., доц., Чаусовський Г.О.

Рецензент \_\_\_\_\_\_\_\_д.б.н, проф., Рильський О.Ф.

Запоріжжя – 2020

РЕФЕРАТ

Дана робота викладена на \_\_ сторінках друкованого тексту, з них \_\_ сторінок основного тексту, з них: \_\_ таблиць, \_\_ рисунків та \_ додаток. Перелік використаних джерел включає \_\_ джерел, з них \_\_ латиницею.

Мета роботи: полягає в експериментальному дослідженні наявності шкідливих ЛОС в повітрі приміщень при використанні різноманітних речовин, які широко розповсюдженні в повсякденному житті людини.

Обʼєкт: повітря закритих приміщень житлових будівель.

Методи досліджень: моніторинг забруднення повітря житлових будівель ЛОС за інтегральним показником при використанні детектору формальдегіду та ЛОС VFM200 EXTECH.

Наукова новизна: зумовлена тим, що згідно наших досліджень всі досліджені нами засоби індивідуальної гігієни, парфуми, засоби чищення тощо під час використання в житловому приміщенні виділяють в повітря величезну кількість ЛОС, які створюють суттєву небезпеку нашому здоровʼю.

Практична значимість отриманих результатів: полягає в тому що, вперше здійснений на основі інструментального моніторингу системний аналіз забруднення повітря житлових приміщень ЛОС при використанні побутової хімії, косметики тощо.

За результатами досліджень було встановлено, що в процесі реалізації приладного моніторингу в житлових приміщеннях при відсутності примусової вентиляції концентрація ЛОС різко збільшується під час використання різноманітних спреїв, парфумів, чистячих та миючих засобів.

ЛЕТКІ ОРГАНІЧНІ СПОЛУКИ, ГДКМР, ГДКСД, ЗАБРУДНЕННЯ, КАНЦЕРОГЕННА ДІЯ, КОНЦЕНТРАЦІЯ, ІНСТРУМЕНТАЛЬНИЙ МОНІТОРИНГ.

ABSTRACT

This project is presented on \_\_ pages of printed text, including \_\_ pages of the main text , among them: \_\_ tables, \_\_ illustrations  and \_ appendix. The list of reference links includes \_\_ sources, of which \_\_ in Latin.

Working purpose: is an experimental research of the presence of harmful VOCs in the indoor air by using a variety of substances that are widespread in everyday life.

Research object: indoor air of residential buildings.

Research methods: monitoring of air pollution of residential buildings by VOC on integrated indicator by using a formaldehyde detector and VOC VFM200 EXTECH.

Academic novelty: due to the fact that according to our research, all our personal hygiene products, examined by us, perfumes, cleaners, etc. while using in the living accommodation release a huge amount of VOCs into the air, that create a significant health hazard.

The practical significance of the attained results: is that for the first time ever was put into practice system analysis of air pollution of living accommodation by VOCs using household cleaning products, cosmetics, etc., based on the instrumental monitoring.

Based on test results, it was found that in the process of instrumental monitoring in living accommodation with no technical ventilation, the concentration of VOCs boost while using various sprays, perfumes, cleaners and detergents.

VOLATILE ORGANIC COMPAUND, TLVOT, TLVAD, POLLUTION, CARCINOGENIC EFFECTS, CONCENTRATION, INSTRUMENTAL MONITORING.

ЗМІСТ

Перелік скорочень визначень та умовних позначень………………………………6

Вступ………………………………………………………………………………….7

Огляд наукової літератури…………………………………………………………10

* 1. Європейські вимоги та нормативно-правові засади до охорони атмосферного повітря в Україні………………………..………………………………………13
  2. Загальні відомості про ЛОС……………...…………………………………….13
  3. Джерела ЛОС…………………………………..……………………………….15
     1. Роль транспорту у розповсюдженні ЛОС…………………….…………….17
     2. Роль різних типів будівельних матеріалів на розповсюдження ЛОС в повітрі житлових приміщень………………………………………..………18
     3. Шкідливі речовини побутової хімії, парфумів та засобів особистої гігієни…………………………………………………………………...……23
  4. Вплив ЛОС на організм людини……………………………………………….25
  5. Нормативні рівні вмісту ЛОС у повітрі замкнених приміщень та атмосферному повітрі…………………………………………………………..30
  6. Методи екологічного дослідження якості повітря замкнених приміщень…..31
  7. Прилад Extech VFM200 для виміру ЛОС та формальдегіду……………...…..35
  8. Автоматизація та датчики ЛОС в побуті………………………………..…..…36

Матеріали та методи дослідження………………………………………...………38

2.1 Статистична обробка даних……………………………………………...…….38

Експериментальна частина………………………………………………….……..41

Охорона праці та безпека в надзвичайних ситуаціях……………………..……..65

4.1 Інструкція при роботі з електроприладами……………………………..…….65

4.2 Інструкція при роботі за персональним компʼютером……………..………..69

Висновки……………………………………………………………………...…….78

Список використаних джерел……………………………………………….…….80

Додатки……………………………………………………………………………..85

ПЕРЕЛІК СКОРОЧЕНЬ, ВИЗНАЧЕНЬ ТА УМОВНИХ ПОЗНАЧЕНЬ

ЛОС ‒ леткі органічні сполуки

ГДКСД – гранично допустима концентрація (середньодобова)

ГДКМР – гранично допустима концентрація (максимальна разова)

DBT ‒ дибутилфталат

ЄС ‒ Європейський Союз

CEN – європейський комітет стандартизації

ЗМІ – засоби масової інформації

HDF – деревно-волокниста плита високої щільності

MDF – деревно-волокниста плита середньої щільності

ДСП – деревно-стружкова плита

# ВСТУП

Відомо, що більшість летких органічних сполук (ЛОС) потенційно небезпечні, а деякі вкрай небезпечні для здоровʼя людини та можуть ініціювати розвиток порушення сну, хронічної втоми, психічного збудження, алергій, сонливості, загальмованості, астми, онкології. Гранично-допустима концентрація (ГДКМР) інтегрального показнику ЛОС в повітрі становить 0,4 мг/м³, а добова ГДКСД – 0,01 мг/м³ [1].

Актуальність даної роботи зумовлена тим, що людина постійно у повсякденні використовує речовини та матеріали які містять величезну кількість ЛОС, які в процесі експлуатації потрапляють в повітря житлової зони та можуть викликати серйозні захворювання та отруєння. ЛОС властива кумулятивна канцерогенна дія, що робить їх ще небезпечнішими, через те, що протягом життя ми не помічаємо, який час і в якій мірі людина знаходиться під їх впливом. Так, джерелами забруднення повітря житлових приміщень є безліч чистячих та миючих засобів, засобів індивідуальної гігієни, лаків для волосся, рідини для зняття лаку з нігтів, парфуми, продукти згоряння побутового газу, оздоблювальні матеріали. Характерно, що ми не замислюємося над тим скільки шкідливих речовин потрапляє до нашого організму протягом того часу, коли ми знаходимось вдома і користуємось звичайними у побуті засобами для підтримання чистоти та порядку, особистої гігієни, парфумами, що і ініціює потенційний небезпечний фактор ˗ забруднення повітря токсичними леткими органічними сполуками.

В період становлення державної системи соціально-гігієнічного моніторингу, дослідження, які направлені на пошук оптимальних шляхів рішення медико-екологічного неблагополуччя сучасних міст з метою оптимізації управлінських рішень в галузі охорони навколишнього середовища та здоровʼя населення, набуває особливої актуальності.

В переліку рекомендованих для соціально-гігієнічного мониторингу показників здоровʼя, приорітетним є смертність та онкологічна захворюваність.

Для вивчення здоровʼя населення, яке мешкає в різноманітних побутових умовах активно використовуються методи інтегральної оцінки стану повітря закритих приміщень, головним чином на інтегральний показник ЛОС. Ці дані дозволяють на основі системного підходу дати обʼєктивну інформацію та підійти до встановлення звʼязків в системі «середовище мешкання ‒ здоровʼя населення» [2].

На даний час продовжується розробка та синтез різноманітних показників якості повітря, антропогенне забруднення якого визнано одним з приорітетних факторів ризику здоровʼя населення [3].

Проведення моніторингу повітря закритих приміщень з аналізом забруднення ЛОС останнім часом стає дуже популярною пропозицією приватних компаній та навіть інститутів по всьому Світу. В данному випадку інструментальний моніторинг не дає таких точних результатів, як високоточні методи хроматографії з масс-спектроскопічною детекцією, але в свою чергу дозволяє в режимі реального часу отримати достовірні результати з невеликою похибкою. Це в свою чергу дозволяє оперативно вживати заходи з покращення повітря закритих приміщень та зменшенню дії джерел виникнення ЛОС у побуті.

Але головним фактором, який в реаліях нашої держави робить інструментальний моніторинг забруднення повітря закритих приміщень сумою ЛОС приорітетним перед більш високоточним та дифиренційним методом хроматографії, є його загальнодоступність та експресність.

**Мета роботи** полягає в експериментальному підтвердженні наявності джерел потенційної небезпеки забруднення повітря житлового приміщення людини токсичними ЛОС, джерелами яких є звичайна побутова хімія, засоби індивідуальної гігієни, парфуми та інші рідини, які ми використовуємо в побуті щодня.

**Обʼєкт дослідження** – житлові приміщення приватної власності.

**Предмет дослідження** – забруднення леткими органічними сполуками повітря закритих приміщень.

В ході дослідження передбачається вирішити такі завдання:

* здійснити моніторинг забруднення ЛОС повітря закритих приміщень приватної власності при використанні різноманітних речовин, які використовуються в переважній більшості родин;
* на основі результатів експериментальних досліджень обʼгрунтувати заходи профілактики негативного впливу ЛОС на здоровʼя пересічного громадянина вдома;
* сформувати практичні рекомендації валеологічного характеру щодо мінімізації емісії токсичних ЛОС в повітря закритих приміщень.

Теоретичне та практичне значення роботи полягає в тому що, вперше здійснений на основі інструментального моніторингу аналіз локалізації джерел забруднення повітря закритих приміщень приватних осель. Також нами були сформовані практичні рекомендації для мінімізації негативного впливу цього чинника на здоровʼя людини.

ОГЛЯД НАУКОВОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Європейські вимоги та нормативно-правові засади до охорони атмосферного повітря в Україні

Згідно з Угодою про асоціацію між Україною, з однієї сторони, та Європейським Союзом, Європейським Співтовариством з атомної енергії і їхніми державами – членами, з іншої сторони вiд 27 червня 2014 Україна зобовʼязалась ввести в дію наступні Директиви з охорони атмосферного повітря:

* Директива 2008/50/ЄС про якість атмосферного повітря та чистіше повітря для Європи;
* Директива 2004/107/ЄС про мишʼяк, кадмiй, ртуть, нiкель та полiциклiчнi ароматичнi вуглеводнi в атмосферному повітрі;
* Директива 98/70/ЄС про якість бензину та дизельного палива;
* Директива 1999/32/ЄС про зменшення сiрки в деяких видах рідкого палива;
* Директива 94/63/ЄС про контроль викидiв летких органiчних сполук (ЛОС), що спричиняються сховищами нафти та пiд час її транспортування з термiналiв до сервiсних станцiй;
* Директива 2004/42/ЄС про обмеження викидiв летких органiчних сполук, зумовлених використанням розчинникiв у певних фарбах i лаках та речовинах для обробки транспортних засобiв.

Директива 2008/50/ЄС європейського парламенту та ради вiд 21 травня 2008 року про якiсть атмосферного повiтря та чистiше повiтря для Європи поважає основнi права i дотримується принципiв, визнаних в Хартiї основних прав Європейського Союзу. Зокрема, ця Директива нацiлена на сприяння iнтеграцiї до полiтики Союзу високого рiвня захисту довкiлля та пiдвищення якостi навколишнього природного середовища у вiдповiдностi до принципу сталого розвитку, встановленого у статтi 37 Хартiї основних прав Європейського Союзу [4].

Метою Директиви є визначення рамкових вимог щодо контролю та оцінки якості атмосферного повітря [4].

Директива насамперед вирішила завдання упорядкувати вже існуюче законодавство Євросоюзу у сфері якості повітря, зʼєднавши в одному документі положення Рамкової Директиви 96/62/ЕС, її трьох дочірніх директив (1999/30/ЕС, 2000/69/EC та 2002/3/EC) і Рішення про обмін інформацією 97/101/EC. Лише четверта дочірня Директива 2004/107/EC залишилася окремо діючою [4].

Згідно з Директивою, країна має встановити по всій своєї території зони та агломерації за ступенем забруднення атмосферного повітря, а також порядок їх перегляду. У випадках, коли рівні вмісту забруднювачів перевищують будь-яку з нормативних граничних величин або існує ризик такого перевищення, треба розробити плани дій щодо якості повітря для відповідних територій.

В Україні така класифікація раніше не використовувалася, відповідні плани готувалися виключно за адміністративно-територіальним розподілом.

Зараз Державна програма моніторингу якості атмосферного повітря в Україні включає обовʼязковий контроль семи основних забруднюючих речовин, у тому числі бенз(а)пірену. Серед важких металів в обовʼязковому порядку контролюються також концентрації кадмію, заліза, марганцю, міді, нікелю, хрому, цинку. Концентрації мишʼяку і ртуті поки контролюються лише санітарно-епідеміологічними станціями в окремих випадках [3].

Директива 2004/42/ЕС Європейського Парламенту і Ради від 21.04.2004 р. про обмеження викидів летючих органічних сполук за рахунок використання органічних розчинників у деяких фарбах і лаках та продукції для транспортних засобів та внесення змін і доповнень до Директиви 1999/13/EC має за мету обмеження загального вмісту летючих органічних сполук (ЛОС) у фарбах та лаках з метою попередження або зменшення забруднення атмосферного повітря та утворення тропосферного озону [4].

Леткі органічні сполуки – це речовини, що випаровуються при звичайних температурах навколишнього середовища. До найбільш важливих ЛОС, що загрожують здоровʼю людини, належать бензол, толуол і ксилоли.

Деякі ЛОС, такі як вуглеводні і спирт, що також використовуються як розчинники для фарб, розріджувачів і очищувачів, клеїв, не є небезпечними атмосферними забруднювачами. Для низького вмісту ЛОС у фарбі, як правило, використовують воду замість нафтохімічних розчинників.

Директива визначає технічні вимоги для окремих фарб і лаків та речовин. Директива надає перелік продуктів з розчинниками, до яких застосовуються вимоги. Встановлюються граничні значення вмісту ЛОС у готових для використання товарах, вимоги до їх маркування та загального моніторингу впровадження директиви.

Регулювання в Україні вмісту ЛОС у фарбах та інших продуктах передбачається здійснити за допомогою технічних регламентів. Також необхідно забезпечити відповідне правове регулювання системи маркування продукції, яка містить ЛОС, врегулювати порядок та особливості здійснення моніторингу ЛОС, які містяться у фарбах та інших продуктах [5].

Особливістю України є теперішня практика продовження дії старих стандартів водночас з прийняттям нових регламентів [6, 7].

Законодавство України визначає порядок, загальні вимоги та критерії взяття на державний облік обʼєктів, які мають шкідливий вплив на здоровʼя людей i стан атмосферного повітря, а також видів i обсягів забруднюючих речовин, які викидаються в атмосферне повітря [8].

Для оцінки стану забруднення атмосферного повітря встановлюються нормативи екологічної безпеки атмосферного повітря у межах населених пунктів, у рекреаційних зонах, в інших місцях проживання, постійного чи тимчасового перебування людей, обʼєктах навколишнього природного середовища з метою забезпечення екологічної безпеки громадян i навколишнього природного середовища [1]

* 1. Загальні відомості про ЛОС

Леткі органічні речовини ([англ.](https://uk.wikipedia.org/wiki/%D0%90%D0%BD%D0%B3%D0%BB%D1%96%D0%B9%D1%81%D1%8C%D0%BA%D0%B0_%D0%BC%D0%BE%D0%B2%D0%B0) volatile organic compounds, VOC) ˗ органічні речовини, які мають досить високий [тиск пари](https://uk.wikipedia.org/wiki/%D0%A2%D0%B8%D1%81%D0%BA_%D0%BD%D0%B0%D1%81%D0%B8%D1%87%D0%B5%D0%BD%D0%BE%D1%97_%D0%BF%D0%B0%D1%80%D0%B8) за нормальних умов, щоб у значних концентраціях потрапляти у довкілля (приміщення, атмосферу). Широкий клас органічних сполук, що включає [вуглеводні](https://uk.wikipedia.org/wiki/%D0%92%D1%83%D0%B3%D0%BB%D0%B5%D0%B2%D0%BE%D0%B4%D0%BD%D1%96), [альдегіди](https://uk.wikipedia.org/wiki/%D0%90%D0%BB%D1%8C%D0%B4%D0%B5%D0%B3%D1%96%D0%B4%D0%B8), [спирти](https://uk.wikipedia.org/wiki/%D0%A1%D0%BF%D0%B8%D1%80%D1%82%D0%B8), [кетони](https://uk.wikipedia.org/wiki/%D0%9A%D0%B5%D1%82%D0%BE%D0%BD%D0%B8), [терпеноїди](https://uk.wikipedia.org/wiki/%D0%A2%D0%B5%D1%80%D0%BF%D0%B5%D0%BD%D0%BE%D1%97%D0%B4%D0%B8) та ін.

Термін частіше використовують в англомовних країнах, в контексті регулювання рівнів забруднення атмосферного [повітря](https://uk.wikipedia.org/wiki/%D0%9F%D0%BE%D0%B2%D1%96%D1%82%D1%80%D1%8F), повітря замкнених приміщень та в екології [9].

Леткі органічні речовини ‒ це легковипаровуючі речовини, які потрапляють в атмосферу у вигляді газів. Різноманітними автоматичними датчиками визначається, як окрема речовина так і сумарна концентрація ЛОС, в тому числі випаровування лаків, фарб, елементів внутрішньої обробки приміщень (фенол, формальдегід, толуол, стирол), спирти, бензол, гази які продукує людина, побутовий газ тощо.

Токсичні органічні речовини в житловому середовищі за даними Всесвітньої організації охорони здоровʼя (World Health Organization (WHO), близько 3,8 мільйона чоловік щороку помирають від забруднення повітря дома, головним чином в країнах, які розвиваються.

Погана якість повітря у приміщенні повʼязана з цілою низкою захворювань, як-от астма, пневмонія, рак легенів, хронічна обструктивна хвороба легень та серцево-судинні захворювання.

Повітря в приміщенні забруднюють багато речей: приготування їжі (насамперед, смаження), прибирання засобами для чистки, свічки або відкритий вогонь.

Понад три мільярди людей у світі все ще готують їжу на відкритому вогні або пічках, що працюють на гасі, вугіллі чи біомасі. Це дуже забруднює повітря. Однак і сучасні кухонні плити можуть становити суттєвий ризик.

Особливо важливо слідкувати за станом повітря при використанні газу для побутових цілей. Встановлено, що в результаті спалювання газу протягом години суттєво зростає концентрація вуглецю, формальдегіду, оксиду азоту, бензолу, а в умовах дефіциту кисню може утворюватися чадний газ.

Всі небезпечні для людини екологічні фактори, які можуть мати місце в приміщенні, можна умовно поділити на наступні категорії:

* шкідливі речовини, які проникають в приміщення з атмосферним повітрям;
* антропотоксини, які виділяються в процесі життєдіяльності людини;
* продукти розпаду полімерних матеріалів, які входять до складу меблів, будівельних та оздоблювальних матеріалів;
* продукти згоряння побутових газів;
* побутова діяльність повʼязана з використанням миючих, чистячих засобів, засобів особистої гігієни, парфумів, дезодорантів;
* бактерицидне забруднення;
* електромагнітне випромінювання;
* радіоактивність.

В залежності від хімічної структури ЛОС поділяють на 8 класів:

* ароматичні сполуки (бензол, толуол, стирол, фенол та ін.);
* ацетати (етилацетат, бутилацетат, вінілацетат та ін.);
* парафінові вуглеводні (гексан, гептан, нонан, декан та ін.)
* альдегіди та кетони (формальдегід, ацетальдегід, ацетон);
* циклічні вуглеводні (циклогексан, метилциклогексан);
* кислоти (оцтова, мурашина);
* спирти (метанол, пропанол, бутанол, ізопропанол, ізобутанол та ін.).

Серед заходів щодо зниження забруднення формальдегідом в повітрі усередині будівель найбільш ефективним є зниження інтенсивності внутрішніх джерел [9]. Сучасне виробництво ДСП дозволяє знизити викиди формальдегіду в будівлях в 2 – 3 рази. Наприклад, при виробництві фанери пропонується знизити викиди формальдегіду шляхом використання в клейової композиції натурального наповнювача, який діє як адсорбент формальдегіду [10]. Останнім часом деякі надії повʼязані з новим біологічним методом – екологічним фітодизайном, який полягає в використанні здатності деяких рослин поглинати і нейтралізувати сторонні речовини з повітря завдяки їх екологічним і біологічним характеристикам [11].

Рекордсменом за очисткою повітря був визнаний хлорофітум. Він здатний нейтралізувати всі шкідливі речовини, які утворюються при роботі газової плити. Алоє поглинає 90% канцерогенного формальдегіду, які виділяють меблі. Якщо в квартирі підлога застелена лінолеумом, то необхідна драцена. Вона видаляє з повітря 70 % бензолу, що виділяє покриття. Без драцени не обійтись і в тому випадку, якщо вікна виходять на магістраль – рослина легко справляється з трихлоретиленом, який проникає через вікна разом з вихлопними газами. В кімнаті з паркетними підлогами доцільно тримати фікус і диффінбахію. Ці рослини не вибагливі і знищують отруйні для людини речовини ксилол і толуол, що виділяє паркетний лак [12].

* 1. Джерела ЛОС

Оскільки ЛОС – це найрізноманітніші органічні речовини, джерелом надходження їх у повітря приміщень може бути що завгодно ‒ меблі, будівельні та оздоблювальні матеріали, парфуми, косметика, лак для волосся, миючі засоби та інша побутова хімія, іграшки, одяг, взуття, тютюновий дим та, навіть, приготування їжі супроводжується вивільненням ЛОС.

Також ЛОС можуть надходити в приміщення із повітря з вулиці, де також багато джерел ЛОС ‒ транспорт, промисловість тощо.

Якщо зробити аналіз повітря в квартирі або офісі, можна виявити близько 400 типових летких органічних сполук, та більше 40000 органічних речовин, які можуть бути ідентифіковані по базам масс-спектрів. Не важливо звідки вони потрапили у приміщення ‒ важливо те, що кожен день людина змушена їх вдихати знаходячись вдома, що безперечно дуже шкідливо для організму. Близько 50 з цих ЛОС виділяють тільки полімерні матеріали. Найбільшими значимими постійними джерелами ЛОС є всі види будівельних матеріалів та меблі. К періодичним джерелам ЛОС можна віднести товари побутової хімії, парфуми, косметику, людей, які знаходяться в приміщенні та їх діяльність (паління, приготування їжі тощо).

Комплексний екологічний аналіз приміщення дозволить встановити повну екологічну картину, виявити всі негативні фактори та розробити ряд дієвих засобів захисту та очищення.

Такі заходи рекомендовано проводити, якщо до приміщення можна застосувати хоча б один критерій з наведених нижче:

* при будівельних роботах приміщення використані матеріали з вмістом азбесту, утеплювачі невідомого складу;
* меблі виготовлені з плит МДФ або ДСП, які містять формальдегідні смоли;
* опалення здійснюється за допомогою газових обігрівачів, каміну;
* в приміщенні багато побутової, офісної, виробничої техніки;
* неякісна система вентиляції;
* малі приміщення по відношенню до кількості людей, які там постійно знаходяться.

Звісно це не повний перелік, але якщо хоча б один з наведених факторів має місце ‒ бажано провести попередній екологічний моніторинг за допомогою інструментальних методів на інтегральний показник наявності та кількості ЛОС у приміщенні. Починати слід з аналізу повітря, основного аналізу, який дозволяє зробити висновки про загальний стан приміщення та придатності його до тривалого знаходження людини. В повітрі замкнених приміщень формується особливе повітряне середовище, яке суттєво відрізняється від атмосферного повітря.

Особливо, наведене вище, стосується переїзду у нове житло, після проведення ремонтних робіт або, якщо в родині є мала дитина, тому що в ранньому віці дія ЛОС на організм людини особливо небезпечна та може призвести до незворотних наслідків.

Не зважаючи на різну здатність хімічних речовин проникати в приміщення ззовні, дослідження показали, що концентрація отруйних речовин в повітрі відносно чистого приміщення завжди вище, ніж на вулиці зі жвавим рухом.

1.3.1Роль транспорту у розповсюдженні ЛОС

Вчені з університету Колорадо зібрали воєдино великий обсяг інформації по темі дослідження негативного впливу на людину ЛОС, які виділяються в повітря промисловістю, транспортом та в побуті.

Вони дослідили, які хімічні речовини виробники використовують в своїх товарах, та перевірили статистику різноманітних наглядових та регулюючих відомств. Спеціальними зондами, які були запущені в небо над Лос-Анжелесом були відібрані проби повітря. Проби повітря були відібрані на вулицях міста та в домах.

Дослідницька група дійшла висновку, що кількість ЛОС, які вивільняються в США споживчими та промисловими продуктами щонайменше в два рази вище нині існуючих оцінок. Вчені також вважають, що проведені дослідження дозволяють зробити висновки щодо переоцінки значення викидів ЛОС в атмосферу автомобільними двигунами.

У порівнянні з нині існуючою думкою американського Агентства по захисту навколишнього середовища щодо відсоткового співвідношення викидів ЛОС, яка до 75 % викидів ЛОС відносить до автотранспорту а 25 % на всі інші хімічні продукти, вченими університету Колорадо наводиться розклад приблизно 50 на 50 відсотків.

Тобто використання всіх цих хімічних продуктів призводить к тому, що вивільнення з них ЛОС можна порівняти з тим, що вилітає з вихлопної труби вашого автомобіля.

Експерти стверджують, що результати американського дослідження застосовні к іншим розвиненим країнам, в тому числі європейським.

Це дослідження свідчить про те, що потрібно брати до уваги всі джерела забруднення повітря, а не лише приймати заходи по зниженню автомобільних вихлопів, що вирішує лише частину проблеми

Загальновідомо, що автомобільні вихлопи вивільняють в атмосферу не тільки ЛОС. Серед шкідливих викидів автомобільних двигунів ˗ оксиди азоту. Крім того, саме сполуки ЛОС та оксидів азоту утворюють в атмосфери частинки, найбільш шкідливі для здоровʼя людини.

1.3.2 Роль різних типів будівельних матеріалів на розповсюдження ЛОС в повітрі житлових приміщень.

Більшість звичайних предметів в нашій оселі виділяють ЛОС. Це можуть бути різноманітні матеріали (клеї, фарби, лаки, розчинники, вироби з деревини, з фанери, ДСП, МДФ, ткані на меблі, килимів тощо), побутова хімія (освіжувачі повітря, засоби для чищення та дезінфекції) косметика та засоби гігієни, нафталін, нафтопродукти (мазут, газолін), вихлопні гази автомобілем тощо.

Дослідження показали, що рівень ЛОС в приміщенні в 2 ‒ 5 разів вище, ніж на вулиці. Концентрація ЛОС в приміщеннях залежить від багатьох факторів, а саме:

* кількості ЛОС в предметах, які використовуються в побуті;
* швидкості з якою випаровуються певні ЛОС;
* обʼємів повітря в приміщеннях;
* рівня вентиляції приміщення.

Велика кількість меблів та предметів (меблі, двері, підлога тощо) в сучасній оселі вироблені з відносно дешевого матеріалу ‒ замінника натуральної деревини ˗ плити ДСП та МДФ (Табл 1).

Таблиця 1 ‒ Полімери, які використовуються при виробництві матеріалу та речовини, які з них вивітрюються.

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| Полімер який застосовується при виготовленні матеріалу | Вид будівельного матеріалу | Перелік речовин, які виділяються в повітря |
| Полівінілхлорид пластифікований | Лінолеуми, шпалери що миються, плінтус, віконні рами, двері | Вінілхлорид, бензол, толуол, стирол, фталати метанол |
| Фенолформальдегідні смоли | Деревостружкові (ДСП) та деревоволокнисті (МДФ) плити | Фенол, формальдегід, аміак, метанол |
| Полістирольні пластики | Плитка для оздоблення стін, декоративні панелі, пінопласт | Стирол, бензол, толуол, формальдегід, етилбензол |
| Креозот | Залізнодорожні шпали | Фенол, ароматизовані вуглеводні, крезоли |

На сьогоднішній день в світі виробляється більше 57 млн м3 деревостружкових плит (ДСП) на рік, які використовуються, в основному, у виробництві меблів, рідше в будівництві. ДСП містять в своєму складі значно більше (більше, ніж в 2 рази) синтетичних смол, ніж фанера. Тому проблема зниження виділення формальдегіду з ДСП стоїть найгостріше. Виділення з плит формальдегіду обумовлено, в основному, наявністю в них синтетичних формальдегідних смол (фенол – та карбоформальдегід).

Ці смоли малотоксичні, тому що містять у собі менш ніж 0,15 % вільного формальдегіду. У процесі затвердіння при підвищеній температурі відбувається просторове структуроутворення смоли. Не дуже міцні ефірні частки і кінцеві метилові групи переходять в стійкі метиленові групи з одночасним відділенням формальдегіду. Одна частина вільного формальдегіду разом з водяною парою частково виходить з плит при гарячому пресуванні.

Інша частина проникає в вільні простори в плиті і залишається там, у вільному вигляді.

Третя частина формальдегіду виділяється в навколишнє середовище з готових плит під час їх експлуатації. На виділення формальдегіду з плит впливає велика кількість чинників. Мольне співвідношення компонентів при виробництві смол є одним з головних чинників, що впливають на вміст вільного формальдегіду в готових смолах. Основні особливості виготовлення малотоксичних смол: зменшення у вихідній рецептурі надлишку формальдегіду, а також зміна технологічних режимів конденсації смол з метою більш повного звʼязування формальдегіду в готовій смолі [10].

Інтенсивне виділення летких сполук з матеріалів зазвичай спостерігається протягом декількох місяців з моменту виготовлення. Так, емісія формальдегіду з матеріалу ДСП швидко зменшується протягом 6 – 12 місяців. Середня швидкість виділення карбонільних сполук з типових джерел всередині приміщень становить для формальдегіду 2,7 ± 1,5 мг3 / год.

Бажано купувати продукцію зроблену з цільного дерева (хоча і при їх виготовленні, виробники часто, використовують шкідливі компоненти), але якщо такої можливості немає, то у продавця можна запросити документацію або зробити хімічний аналіз матеріалу самостійно. Існують правила маркування меблів за змістом цього газу в її складі. Меблі з позначкою Е (0) найбільш безпечні, ризик виділення формальдегіду мінімальний навіть при високій температурі. Маркування Е (1) позначає зміст 11 мг формальдегіду на кожні 100 г ваги (тобто вміст речовини в меблів близько 0,011%). Знак Е (2) ставлять на меблях, де на кожні 100 г ваги доводиться більше 35 мг формальдегіду (0,035%). Так можна визначити формальдегід в меблях. Відповідно, і вартість продукції буде різною – чим менше шкідливого компонента в смолі, тим вона дорожча. Також не слід ставити предмети з ДСП і МДФ поблизу джерел тепла – біля батареї опалення, під прямі сонячні промені. Перед тим, як заносити в квартиру меблі, ламінат, фанеру та інші оздоблювальні матеріали треба перед цим дати їм змогу вивітритися на вулиці декілька годин [14].

У 2000 році Європейська галузева індустрія представила ряд стандартів (EN 13986), що регламентують кількість вільного формальдегіду, що виділяється з фанери HDF, MDF. Щоб відповідати стандарту, виробники повинні представити зразки продукції, яку вони виробляють, в акредитовані лабораторії для регулярного незалежного тестування. Там поміщають зразки в герметичну камеру і вимірюють кількість формальдегіду, мігрувати в повітря за певний період часу. Залежно від кількості формальдегіду продукція може бути класифіковані як E1 або E2. У 2006 році клас викидів E1 став обовʼязковим для виробників фанери та МДФ з дерева. Шведський концерн IKEA також встановив власну межу викидів, що дорівнює половині E1. Так званий клас E0.5 (0,05 ppm) (IOS – MAT – 003), поки офіційно не визнаний CEN [14].

Проте використання в будівництві та оздобленні приміщень плит ДСП та МДФ не самий небезпечний матеріал.

В теперішній час з постійними світовими кризами люди продовжують будувати власне житло економлячи на матеріалах. Купуючи відносно дешеві використані шпали, люди починають будувати дома.

Шпали оброблюють хімічними речовинами, які захищають від короїдів та збільшують довговічність, ще на стадії виготовлення. Всі хімічні речовини, які використовують для обробки ‒ дуже токсичні, а якщо шпали вже використані, то під час руху вантажних поїздів з великою долею вірогідності на них потрапляють інші хімічні речовини.

Специфічний запах від шпал повʼязано з речовиною, якою їх обробляють при виготовленні ‒ креозот. З часом ця речовина випаровується, але цей процес може тривати до 30 років і чим менше часу пройшло від первинної обробки шпал до використання в будівництві дому тим небезпечніша ця оселя.

Креозот ‒ безбарвна (іноді жовтувата або жовто-зелена), займиста, погано розчинна у воді масляниста рідина із їдким запахом і пекучим смаком, яку виробляють з деревного або камʼяновугільного [дьогтю](https://uk.wikipedia.org/wiki/%D0%94%D1%8C%D0%BE%D0%B3%D0%BE%D1%82%D1%8C). Є сумішшю [фенолів](https://uk.wikipedia.org/wiki/%D0%A4%D0%B5%D0%BD%D0%BE%D0%BB), головним чином [гваяколу](https://uk.wikipedia.org/w/index.php?title=%D0%93%D0%B2%D0%B0%D1%8F%D0%BA%D0%BE%D0%BB&action=edit&redlink=1) і [крезолів](https://uk.wikipedia.org/wiki/%D0%9A%D1%80%D0%B5%D0%B7%D0%BE%D0%BB). Розчинний у спирті, ефірі [m].

Діє подібно до фенолів, але слабкіше, впливає на нервову систему; підсилює чутливість шкіри до світла. Контакт шкіри з креозотом призводить до появи рожевих плям, папул, бородавчастих розростань, сильної пігментації, посиленого ороговіння шкіри. Особливо гостро захворювання відбувається в сонячні дні. У робітників, які займалися просочуванням шпал креозотом, дуже швидко зʼявлявся настільки сильний опік обличчя (особливо щік та носа), передплічь і шиї, що вони змушені припиняти роботу через 0,5 ‒ 1 год. У легких випадках через 1 ‒ 3 дні зʼявлялася пігментація, у важчих ‒ лущення і тривала пігментація. Одночасно у 50 % людей, що працюють на цій роботі, виникає світлобоязнь, сльозотеча У невеликій кількості випадків ‒ враження рогівки (при тривалій дії ‒ її пігментація). Гіперкератози і бородавчасті розростання, що викликаються креозотом, можуть розвинутися в [рак](https://uk.wikipedia.org/wiki/%D0%A0%D0%B0%D0%BA) шкіри, який дає метастази в лімфатичних залозах. Вважається, що для появи раку від впливу креозоту потрібен тривалий час. Згідно з останніми дослідженнями, креозот вважається потенційним канцерогеном. У звʼязку з цим, з 2003 року у країнах ЄС заборонено використання креозоту, без відповідного ліцензування.

Будівництво житлових будинків зі шпал в Європі повністю заборонено через їх шкідливий вплив на організм людини, але в Україні це питання не регламентується.

Серед проблем, які виникають у людей, які мешкають в домах побудованих із відпрацьованих шпал слід відмітити:

* постійні головні болі;
* розвиток хвороби печінки;
* утворення ракових клітин;
* поява хронічних шкірних захворювань;
* поява хвороб, які повʼязані з дихальною та нервовою системами.

18 квітня 2016 року зʼявилася інформація про випадок отруєння цією речовиною. В підвалі однієї з пʼятиповерхівок у [Чечелівському районі](https://uk.wikipedia.org/wiki/%D0%A7%D0%B5%D1%87%D0%B5%D0%BB%D1%96%D0%B2%D1%81%D1%8C%D0%BA%D0%B8%D0%B9_%D1%80%D0%B0%D0%B9%D0%BE%D0%BD) міста Дніпропетровська розлили понад 100 л креозолу, через це у жителів будинку почалися задуха і запаморочення, і деякі вимушені були його покинути [s].

1.3.3 Шкідливі речовини побутової хімії, парфумів та засобів особистої гігієни

Лише нещодавно вчені встановили, що побутова хімія, засоби особистої гігієни, парфуми, одеколони, туалетна вода, ароматизоване мило тощо забруднює повітря набагато більше ніж думали раніше. Товари побутової хімії та інші перераховані вище засоби, які людина використовує щодня у побуті є джерелом забруднення повітря леткими органічними сполуками.

Проведені у США дослідження показали, що побутова хімія та хімічні речовини, які містяться в продуктах щоденного споживання, стали одним з головних джерел забруднення повітря в містах. В цьому розумінні вони стали головними суперниками вихлопам автомобілей.

Дослідження, яке провели вчені Університету Колорадо, було, головним чином, присвячене вивченню летких органічних сполук (ЛОС). Ці речовини містяться в продуктах на основі нафти, таких як чистячі та миючі засоби, лак для нігтів, рідина для зняття лаку, шампуні тощо.

Цей факт здається парадоксальним, тому що по відношенню до використання цих речовин використання пального в багато разів більше.

Близько 95 % сирої нафти йде на виробництво різноманітних видів палива і лише близько 5 % перероблюється для використання в таких продуктах, як дезодоранти, пестициди, клеї тощо.

Але експерт американського Національного управління океанічних та атмосферних досліджень доктор Джесика Гілман стверджує, що висновки досліджень не дивують, оскільки автомобільне паливо згорає (перетворюючись в основному в двоокис вуглецю та воду), а більшість продуктів побутової хімії лише виділяють ці речовини в повітря, як і було заплановано при їх створенні.

Частіше за все їх використовують в якості розчинників ˗ в таких продуктах, як рідина для зняття лаку, лак для волосся, дезодоранти, одеколони, засоби чищення для килимів, миючі засоби для посуду тощо.

Людина не уявляє свого життя без цих засобів чищення та миття, оскільки альтернатива таким чистячим рідинам ‒ звичайна вода, яка не виводить всіх плям. Доктор Брайан Макдональд з Університету Колорадо вважає, що скорочення кількості хімічних речовин в домашньому господарстві вкрай корисна дія. Використання таких речовин потрібно звести до мінімуму – не більше ніж необхідно, радить він.

Ця область досліджень запущена, через те, що населення та ЗМІ приділяють головну увагу не хімічним виділенням в квартирі, або будинку, а автомобільним вихлопам на вулиці. Якщо раніше 75 % викидів у повітрі було від автомобілей, а 25 % від використання хімічних речовин, то зараз ці показники порівнялись. Як правило, бензин зберігається в повністю герметичних контейнерах і його летючі компоненти згорають в двигунах автомобілей. З іншого боку, тіж самі речовини використовуються в розчинниках та продуктах особистої гігієни саме по тій же причині, що вони добре випаровуються. Ці речовини впливають не тільки на здоровʼя людини, але і на екологію в цілому, спричиняючи формування озону в нижніх шарах атмосфери, а озон є головним компонентом смогу та може сам по собі викликати астму та проблеми з легенями.

Всі парфуми поділяються на три види: масового використання, selective та absolu.

Парфуми масового використання ‒ це найбільш популярні та відомі марки (Dolce&Gabbana, Dior, Gucci, Armani та інші). В цих парфумах є закріплюючий компонент, який має назву дибутилфталат та має маркування на флаконах DBT. Це нафтопродукт, без якого синтетика не може мати стійкого аромату. Завдяки цьому компоненту, накопичуючись в організмі з часом може викликати астму та інші захворювання дихальних шляхів. За вмістом ЛОС такі парфуми мають схожий склад з освіжувачами для санвузла, але з більш дорогими віддушками. В природі не існує ефірних мастил полуниці чи води, але парфуми з такими ароматами є. І саме завдяки дибутилфталатам такі синтетичні аромати існують і є дуже стійкими. Синтетика не потрапляє в кровоносне русло, але ці речовини накопичуються у печінці і дають наслідки через багато років.

Парфуми категорії selective ‒ така ж синтетика, але більш високого класу і має такі самі шкідливі властивості.

Парфуми класу absolu ‒ це нішеві аромати з високою ціною та складним процесом виготовлення під час якого використовуються натуральні компоненти, які мають значно менший шкідливий вплив на організм.

Засоби особистої гігієни також мають не менш шкідливий вплив на організм через вміст в їх складі консервантів, якими є парабенова або фенольна група.

Звертаючи увагу на наведені вище факти можна зробити висновок, що потрібно обираючи предмети косметології звертати увагу на склад, строк придатності (чим він триваліше – тим більше шкідливих речовин містить даний продукт) та відсотковий вміст речовин.

* 1. Вплив ЛОС на організм людини

В більшості країн Світу у відношенні якості повітря в приміщеннях використовується окреме визначення ЛОС, яке включає кожну органічну хімічну сполуку, яку можна визначити. Франція, Німеччина та Бельгія впровадили правила, які обмежують викиди ЛОС від комерційної продукції, а промисловість розробила багато добровільних екологічних маркувань та систем рейтингів, таких як EMICODE, M1, Blue Angel та комфорту повітря в приміщенні. В США існує декілька стандартів, таких як Стандарт Каліфорнії, CDPH. Ці правила та стандарти змінили ринок, що призвело до збільшення повітря з низьким рівнем викидів ЛОС.

Ризиками для здоровʼя є респіраторні, алергічні або імунні ефекти у малюків або дітей, які повʼязані з штучними ЛОС та іншими забруднювачами повітря всередині та ззовні приміщень.

Деякі ЛОС, такі як стирол та лімонен, можуть реагувати з оксидами азоту або озоном з утворенням нових продуктів окислення та вторинних аерозолей, які можуть викликати симптоми сенсорного подразнення.

Наслідки для здоровʼя включають подразнення очей, носу та горла, головні болі, втрату координації, нудоту та ураження печінки, нирок та центральної нервової системи.

Деякі органічні речовини можуть викликати рак у тварин, а деякі підозрюються або відомі, як такі що викликають рак у людей.

Ключові ознаки або симптоми, які повʼязані з впливом ЛОС, включають подразнення конʼюнктиви, дискомфорт в носі та горлі, головну біль, алергічну реакцію шкіри, задишку, зниження рівня холін естерази в сироватці крові, нудоту, блювання, кровотечу з носу, втому, запаморочення.

Здатність ЛОС завдавати випливу на здоровʼя сильно варіює від тих, які є високотоксичними, до тих, які не мають відомих наслідків для здоровʼя.

Як і в випадках з іншими забруднювачами, ступінь та характер впливу на здоровʼя буде залежати від багатьох факторів, включаючи рівень впливу та тривалість впливу. Подразнення очей та дихальних шляхів, головні болі, запаморочення, порушення зору та памʼяті ‒ це одні з безпосередніх симптомів, які проявляються у деяких людей одразу після впливу деяких ЛОС. В теперішній час мало що відомо про те, який вплив на здоровʼя завдає рівень органічних речовин, які зазвичай можна зустріти в приміщенні.

Для того, щоб зменшити вплив цих токсинів, слід купувати продукти, які вміщують мало або не мають зовсім ЛОС. Слід закуповувати тільки ту кількість, яка знадобиться в найближчий час, виключаючи накопичення цих продуктів вдома. Використовувати продукти з леткими органічними речовинами в добре вентильованих приміщеннях. При проектуванні будинків та споруд потрібно реалізовувати найкращі з можливих планів вентиляції.

Ці методи допоможуть покращити якість повітря в приміщенні, але самі по собі вони не можуть попередити утворення приміщення в нездорове місце для відпочинку.

Граничні значення викидів ЛОС у повітря приміщень публікуються AgBB. AFSSET, Департаментом охорони здоровʼя Каліфорнії та ін. В нашій країні на сьогодняшній день не існує самостійних стандартів для житлових приміщень.

Повітря яке видихає людина містить декілька тисяч летких органічних сполук та використовується в біопсії дихання в якості біомаркера ЛОС для виявлення таких захворювань, як рак легень. Дослідження показують, що ЛОС головним чином переносяться з кровʼю тому дозволяють контролювати різноманітні процеси в організмі людини. Дослідження ще тривають, щоби визначити, чи вносять ЛОС в організм клітинні процеси або ракові пухлини. Окрім цього видихаємі ЛОС досліджують на предмет їх потенціалу в діагностуванні хвороби Альцгеймера, діабет, процесів старіння та порушення обоняння.

Одним з головних компонентів ЛОС сучасних будівельних та оздоблювальних матеріалів, побутової хімії, засобів індивідуальної гігієни, парфумів, фарб для волосся, рідини для зняття лаку з нігтів тощо є формальдегід.

Формальдегід надає багатоаспектну токсичну дію на живі організми. Він є сильним сенсибілізатором при контакті зі шкірою. Професійним захворюванням медичного персоналу, що працює з водним розчином формальдегіду (формаліном), є екзема рук. При постійному контакті з формаліном розвиваються важкі алергічні дерматити.

Формальдегід, який являє собою респіраторний сенсибілізатор, призводить до розвитку астми та інших порушень легеневих функцій [6, 7]. Є дані про збільшення захворюваності на рак робітників, що контактують з формальдегідом [8]. Поєднання канцерогенних і імунодепресивних властивостей формальдегіду ставить його в ряд найнебезпечніших для людини речовин.

Прояв канцерогенних і імунодепресивних властивостей формальдегіду різко посилюється в присутності звичайних для міського повітря забруднювачів, тому зростання забруднення атмосфери формальдегідом стає істотним фактором ризику, який визначає онкологічну захворюваність.

Формальдегід – сильно реакційна речовина з періодом напіввиведення з атмосфери, рівним декільком годинам. У звʼязку з цим, перенесення формальдегіду на великі відстані незначні. Потрапляючи в атмосферу, формальдегід піддається подальшим хімічним перетворенням або під дією світла, або реагуючи з іншими домішками. Період напіврозпаду формальдегіду залежить від рівня ультрафіолету, присутності і концентрації інших забруднювачів [9].

Очищувачі, які людина використовує в повсякденному житті для дезінфекції житла, які повинні захищати від бактерій та мікроорганізмів самі уявляють для людини істотну загрозу. Більшість розповсюджених дезінфікуючих засобів включають в свій склад небезпечні їдкі фенольні сполуки, які слугують для знищення неприємних запахів. Вони використовуються в універсальних спреях для чищення, засобів чищення унітазів тощо.

Фенол являє собою токсичну речовину, яка для людей з підвищеною чутливістю може спричинити велику шкоду, а у великій кількості, навіть, призвести до летальних випадків. Фенол має такі властивості, що він дуже швидко всмоктується і може призвести до токсичного отруєння всього організму. Як правило, летальні випадки та важкі наслідки токсичності фенолу спричиняються негативним впливом фенолу на центральну нервову систему, серце, кровоносні сосуди, легені та нирки.

Симптоми впливу фенолу:

* шок;
* маячня;
* кома;
* ураження легенів;
* утруднення дихання;
* темна сеча;
* важкі опіки та оніміння при впливі на шкіру;
* смерть

Звичайно всі ці симптоми вказані для високих концентрацій фенолів, але невеликі концентрації не роблять його безпечною речовиною. Також фенольні сполуки можуть викликати ураження систем дихання та травлення, проблеми з серцем, після хронічного впливу серйозні ураження печінки, нирок та очей.

Етоксилат нонилфенола ‒ розповсюджений інгредієнт рідких засобів для прання та універсальних миючих засобів ‒ заборонено в Європі, оскільки він повільно розкладається на ще більш токсичні сполуки.

Продукція, яка може містити фенол:

* засоби для чищення та прибирання;
* пекарський порошок;
* рідина для полоскання ротової порожнини;
* замінники цукру.

Фенол ‒ не єдиний небезпечний складовий компонент звичайних засобів для дезінфекції. Не менш небезпечні речовини ‒ крезол, етанол, аміак, хлор тощо.

Диетиленгліколь, який міститься в засобах для миття вікон, ослаблює нервову систему людини. Нафтові розчинники в засобах для чищення підлоги можуть ушкоджувати слизові оболонки. Перхлоретилен, який виводить плями завдає шкоди печінці та ниркам. Бутилцеллозольв (бутилгліколь) який розповсюджений у всіх типах універсальних миючих засобах пошкоджує кістковий мозок, нервову систему, нирки та печінку.

1.5 Нормативи вмісту ЛОС в атмосферному повітрі та повітрі замкнених приміщень

В більшості країн Світу у відношенні якості повітря в приміщенні використовується окреме визначення ЛОС, яке включає кожну органічну хімічну сполуку, яку можна виміряти наступним чином: адсорбція з повітря на Tenax TA, термодесорбція, газохроматографічне розділення на 100 % неполярній колонці (диметилполісилоксан). ЛОС ˗ це всі сполуки, які зʼявляються на газовій хроматографії між н-гексаном та н-гексадеканом включно.

Для оцінки якості повітряного середовища житлових приміщень проводиться відповідна експертиза з відбором проб повітря по ГОСТ ISO 1600 «Повітря замкнених приміщень».

Перед відбором проб приміщення провітрюють протягом 15 хвилин, а після цього зачиняють на 8 годин. Потім проводять відбір проб протягом 30 хвилин при зачинених вікнах та дверях в центрі приміщення на висоті від 1 до 1,5 метрів. Ця точка називається «усереднена зона вдихання».

При первинному відборі проб в житловому приміщенні визначається коло речовин-забруднювачів, при цьому джерело їх виникнення одразу виявити неможливо.

Тільки з використанням цього методу можна отримати детальну інформацію про вміст пріоритетних забруднювачів, до яких відносяться ЛОС, в повітрі, їх ГДК відносно низькі та інші методи не зможуть з високою точністю виконати це завдання. В теперішній час ГДК встановлено тільки для 305 летких органічних речовин.

Найбільш поширеними в повітрі замкнених приміщень визначаються наступні речовини: бензол (2 клас небезпеки, ГДКмр = 1,5 мг/м3, ГДКсд = 0,1 мг/м3), пропан (4 клас небезпеки), толуол (3 клас небезпеки, ГДКмр = 0,06 мг/м3, ГДКсд = 0,6 мг/м3), етилбензол (4 клас небезпеки, ГДКсд = 0,02 мг/м3), ксилол (3 клас небезпеки, ГДКмр = 0,2 мг/м3), пинен, гептан (4 клас небезпеки, ГДКмр = 300 мг/м3), карен, лимонен, дибутил фталат (2 клас небезпеки), декан, гептадекан, тетраметилоктан, ундекан, додекан (4 клас небезпеки).

ГДК стирола в повітрі замкнених приміщень та в атмосферному повітрі дорівнює 0,04 мг/м3. Джерелом стирола в побуті слугують предмети з неякісного АБС-платика, в тому числі побутова техніка, шумо- та теплоізоляція.

Далеко не всі ЛОС так небезпечні, як фенол чи стирол. Серед них є безпечні речовини, для яких не встановлені ГДК в повітрі. Великий клас летких органічних сполук ˗ терпеноїди до яких відноситься α-пинен та борнилацетат завдяки яким так приємно знаходитись в пихтовому лісі.

Вплив багатьох ЛОС на організм людини до кінця не вивчено, а їх поведінка у повітрі приміщень дуже складна. Тому необхідно встановити джерела їх надходження в приміщення, звертаючи особливу увагу на ті сполуки, ГДК для яких не визначені.

1.6 Методи екологічного дослідження якості повітря приміщень

В ISO 16000-1 встановлені загальні вимоги до виміру вмісту забруднюючих речовин в повітрі замкнених приміщень, а також основні умови, яких необхідно дотримуватись при підготовці до відбору, та під час відбору проб окремих забруднюючих речовин або груп забруднюючих речовин.

Даний стандарт встановлює метод визначення летких органічних сполук у повітрів замкнених приміщень, а також у повітрі, яке відібране для визначення виділення ЛОС будівельними матеріалами або іншими виробами, якими людина користується для внутрішнього оздоблення приміщень.

Компанії, які пропонують послуги по визначенню якості повітря в приміщенні, як в Україні, так і у всьому Світі, використовують декілька найбільш поширених методів аналізу.

Одним з таких методів є метод аналізу повітря за допомогою газоаналізаторів (детекторів).

Газоаналізатори (детектори) – це електронні прилади, які складаються з мікроконтролера, дисплея, кнопок та декількох, або хоча б одного чутливого елементу – детектора.

Частіше за все детектор являє собою напівпровідниковий пристрій, вольт-амперна характеристика якого залежить від концентрації у повітрі якої небудь речовини. Але досягається це не через властивості самого напівпровідника, а завдяки спеціальній хімічній обробці його поверхні, в результаті чого його електричні властивості різко змінюються у присутності якої-небудь речовини (наприклад, формальдегід, діоксид вуглецю, фенол, чадний газ тощо) або при наявності в повітрі цілих класів речовин (таких як альдегіди, спирти, ароматичні вуглеводні та ін.).

Прилади такого типу для визначення якості повітря в приміщенні мають декілька недоліків. По-перше, вони недовговічні. Активна, оброблена поверхня стає менш чутливою під дією пилу, кисню, речовин, які досліджуються. Зменшення чутливості таких приладів може бути обумовлено навіть тривалим зберіганням в герметичній упаковці.

Ще одним недоліком таких приладів для аналізу повітря їх низька селективність. Крім цього, користуючись такими приладами для хімічного аналізу повітря доволі важко скласти загальну картину якості повітря в приміщенні. Тому що виміри одним приладом вказує на наявність або відсутність лише одного забруднювача або групи забруднювачив.

Але не дивлячись на недоліки використання для дослідження якості повітря в замкнених приміщеннях такого типу приладів є ряд переваг їх використання.

Серед переваг використання газоаналізаторів в побуті можна навести наступні:

* загальна доступність такого роду приладів, через їх невелику вартість;
* експресність отримання результатів у порівнянні з газохроматографічним з масс-спектроскопічною детекцією методом;
* можливість отримання результатів у режимі реального часу, через відсутність необхідності доставляти проби в лабораторію;
* можливість використання таких приладів у якості сигналізаторів погіршення якості повітря закритих приміщень, що має велике значення для родин з малюками чи маленькою дитиною;
* можливість отримати попередні результати якості повітря закритих приміщень при купівлі нового житла, або після проведеного нещодавно ремонту.

Наступний метод дослідження якості повітря замкнених приміщень – хімічні аналізи повітря за допомогою тестових трубок.

Тестові трубки – трубки, які заповнені пористим матеріалом, який просочено сумішшю реактивів, які змінюють колір у присутності якої-небудь речовини. Чим більше концентрація певної речовини (яку визначаємо) у повітрі, тим більший відрізок трубки від її початку змінює колір в процесі хімічного аналізу.

Головний недолік цього методу аналізу повітря – його неточність (сприйняття кольору у людей не є точним). Наприклад, зміна кольору в трубці з помаранчевого на зелено-коричневий може бути нечіткою, а край – розтягнутий, тому точність хімічного аналізу цим методом мала.

По-друге, чутливість таких хімічних аналізів низька. Наприклад, при аналізі повітря на вміст формальдегіда за допомогою тестових трубок для помітної оку людини зміни кольору потрібно відносно багато речовини: такий метод чітко показує перевищення ГДК в 20-40 разів (перша поділка на шкалі – майже в 15 разів більше ГДК). А ось перевищення ГДК в 2 чи 5 разів цим методом хімічного аналізу визначити неможливо.

Аналіз повітря в приміщенні за допомогою тестової трубки доцільно проводити в місцях де не потрібна висока точність та заздалегідь відомо про те, що є високі концентрації сполук, які визначаються (на заводах або меблевих виробництвах, де реальний вміст речовини в повітрі вкладається в градуювану шкалу).

Ще один недолік цього методу – низька селективність. Трубка на фенол покаже фенол в присутності крезолу, гваяколу, поліфенолов, хЛОСфенолів та ім подібних. А трубка на формальдегід буде реагувати й на ацетальдегід й тому подібне.

Настпуний метод визначення якості повітря – аналіз повітря методом газової хроматографії з масс-спектроскопічною детекцією.

Для визначення якості повітря в приміщенні вище вказаним методом повітря продувається через декілька шарів різних вловлюючих пористих речовин. При проходженні через трубки органічні речовини з повітря видаляються та залишаються в трубці. Герметично закрита трубка передається в лабораторію для проведення хімічного аналізу. Трубка підігрівається та продувається гарячим газом в спеціальній установці, забруднювачи з неї потрапляють безпосередньо в прилад, який їх аналізує, – хроматограф.

В хроматографі ці речовини проходять через розподільну колонку, з якої виходять окремо та попадають на масс-спектроскопічний детектор. По масс-спектрам (порівняння з базою даних спектрів більше 400 тис. речовин) забруднювачі розпізнаються (кожен окремо), а по інтенсивності сигналу визначаються їх кількості.

На теперешній час аналіз повітря в приміщенні методом газової хроматографії з масс-спектроскопічною детекцією вважається предовим не тільки в Україні, але й у Світі в цілому, оскільки має цілу низку переваг у порівнянні з іншими методами аналіза повітря.

Слід зазначити, що в Україні поки що тільки одна приватна компанія пропонує визначення якості повітря в приміщенні цим методом. А оскільки в Україні поки що немає обладнання для проведення таких хімічних аналізів, відібрані проби відправляють в спеціалізовану лабораторію в США, де їх аналізують.

Метод газової хроматографії з масс-спектроскопічною детекцією вважається передовим завдяки цілій низці переваг над іншими методами, але через свою вкрай високу вартість залишається недоступним абсолютній більшості наших співвітчизників.

1.7 Прилад Extech VFM200 для виміру ЛОС та формальдегіду

Прилад Extech VFM200 для виміру ЛОС та формальдегіду здатен проводити вимірювання летких органічних сполук за інтегральним показником та концентрацію формальдегіду в режимі реального часу.

Серед головних переваг використання даного приладу для проведення інструментального моніторингу забруднення повітря закритих приміщень можна навести наступні:

* швидкий час відклику (менш ніж 2 секунди);
* прилад має компактний розмір (165х60х25 мм);
* прилад незамінний для проведення досліджень в режимі реального часу в домах, офісах, школах, спортзалах тощо.

Технічні характеристики приладу:

* дисплей приладу з підсвіткою відображає концентрації TVOC (загальну кількість летких органічних сполук) та НСНО (формальдегід) одночасно в режимі реального часу (базова точність до 5 %);
* прилад має вбудований високоточний чутливий сенсорний (елемент, який окрім інтегрального показнику ЛОС дає змогу контролювати концентрацію формальдегіду;
* на вибір є можливість отримувати результати в двох одиницях вимірів: ppm (parts per million ‒ «часток на міліон») або мг/м3 (від 0,00 до 9,99 ppm)або мг/м3) з шагом 0,01;
* звукова та візуальна сигналізація з можливістю налаштування за рівнями;
* автовимкнення;
* з автономним джерелом живлення (перезаряджаєма батарея) або з живленням від електричної мережі через адаптер (зі штекерами різних національних стандартів).

1.8 Автоматизація та датчики ЛОС в побуті

Принцип та методи вимірювання ЛОС в навколишньому середовищі або повітрі закритих приміщень можна базуються на основі різних принципів та взаємодій між органічними сполуками та компонентами датчика. В багатьох випадках ЛОС можна визначити носом людини (парфуми, лаки, засоби для чищення та ін.), а датчики допомагають людині, по-перше класифікувати певні ЛОС або групу ЛОС, а по-друге своєчасно попереджають про перевищення певного показника в повітрі. Що дає змогу людині адекватно реагувати на поточні зміни якості повітря в приміщенні.

На сьогодні існує багато електронних приладів, які можуть визначати концентрації ppm (1⋅10−6 від базового показника), не зважаючи на неселективність приладів. Існує також низка датчиків, які з великою точністю прогнозують молекулярну структуру ЛОС в замкнених приміщеннях та можуть використовуватися в якості пристроїв для моніторингу за здоровʼям повітря.

Методи твердофазної мікроекстракції використовуються для збору ЛОС в низьких концентраціях для аналізу. Полумʼяно-іонізаційний детектор може бути використано для виміру загальної концентрації ЛОС, хоча він не може розрізняти або ідентифікувати окремі види ЛОС. Так само можна використовувати фотоіонізаційний детектор, хоча його результати менш точні.

Найбільш поширені датчики ЛОС головним чином працюють по принципу косвено розжарюємої напівпровідникової структури, яка використовує МОН-технологію (метал-оксид-напівпровідник). Ця технологія проявляє високу чутливість к ЛОС та змінює його структуру саме в залежності від концентрації ЛОС.

Напівпровідникові сенсори характерні тривалим терміном роботи. Це повʼязано з принципом функції, коли газ адсорбується на поверхні сенсора, в наслідок чого змінюється опір напівпровідника. Зміна провідності потім використовується для перетворення за допомогою електроніки у відповідний сигнал із значенням, яке свідчить про поточний стан якості повітря.

Для датчиків ЛОС характерно оперативний час реакції, відносно висока чутливість, але вони проявляють більш широку дисперсію значень що вимірюються. Ці властивості зумовлюють дані датчики до використання в менш навантажених місцях, таких як дома, квартири, спортивні зали, школи тощо. Датчики ЛОС добре себе зарекомендували в приміщеннях де діоксид вуглецю не є єдиною забруднюючою речовиною.

## 2 МАТЕРІАЛИ ТА МЕТОДИ ДОСЛІДЖЕННЯ

Перед проведенням досліджень ми зробили порівняльний аналіз інформативних можливостей наявних приладів для вирішення поставлених задач (в наявності у нас були прилади Extech VFM200, WP6900 (PR0585), Tenmars ST-501, GM8801 Benetech) (рис. 2.1). Всі ці прилади мають технічну можливість проводити виміри концентрації формальдегіду, як одного з найшкідливіших та розповсюджених представників ЛОС, але як зʼясувалось лише прилад Extech VFM200 має технічні можливості для вирішення наших задач – контролю наявності ЛОС в повітрі закритих приміщень за інтегральним показником [див. Додаток А ].

Вибір засобів вимірювання

Обгрунтування вибору зон екомоніторингу

Статистична обробка результатів вимірювання

Формування висновків та практичних рекомендацій

Рисунок 2.1 ‒ Алгоритм реалізації поставлених цілей дослідження.

Нами було здійснено моніторинг забруднення повітря закритих приміщень приватної оселі леткими органічними сполуками (за інтегральним показником) за допомогою детектору ЛОС та формальдегіду Extech VFM200.

В процесі реалізації моніторингу було встановлено, що перевищення припустимої ГДКМР має місце у всіх випадках користування речовинами, які нами були обрані в якості обʼєктів дослідження, одразу після користування ними та поступово зменшується через певні проміжки часу після примусової вентиляції приміщень. В приміщеннях з доброю вентиляцією перевищення фіксувалися в окремих випадках.

В процесі реалізації приладного моніторингу ми встановили, що в приміщенні рівень забрудненості ЛОС збільшується одразу після використання аерозолей та дуже повільно зменшується у відсутності примусової вентиляції, що при тотальній економії тепла в зимовий час (повʼязано з вартістю енергоносіїв) є дуже актуальним в наш час. В таких випадках концентрація ЛОС сягала 0,15 мг/м3.

## 2.2 Статистична обробка даних

Всі результати наших досліджень були оброблені статистично за допомогою елементарного статистичного аналізу.

Для встановлення середнього арифметичного використовувалася формула:

(2.3)

де: Cn – середнє арифметичне, C – загальна сума числових значень, n –1 – кількість експериментів.

Для встановлення розмаху варіювання була використана формула:

R = Cmax – Cmin ; (2.4)

де: R – розмах варіювання, Cmax – максимальне числове значення експерименту,Cmin – мінімальне числове значення експерименту.

Для встановлення середнього квадратичного відхилення була використана формула:

  (2.5)

де: Sn – середнє квадратичне відхилення, (xn – x1)2,(xn – x2)2 – числові показники з вихідних даних, n – 1 – кількість проведених експериментів.

Для визначення відхилення амплітуд була використана формула:

                               (2.6)

де: ɛ – відхилення, t2n – критерій Стьюдента, – корінь із кількості екмпериментів, Sn – середнє квадратичне відхилення.

Статистичну обробку отриманих нами експериментальних даних проводили за загальноприйнятими методиками, з використанням пакету прикладних програм Excel 2019 [25].

3 ЕКСПЕРИМЕНТАЛЬНА ЧАСТИНА

Перед початком експериментів нами було проведено контрольні заміри рівня ЛОС в приміщенні в якому будуть проводитися дослідження (Табл. 3.1).

Таблиця № 3.1 ‒ Результати контрольного вимірювання забруднення повітря ЛОС (інтегральний показник).

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Кількість точок | С мг/м3(ЛОС) | Cn мг/м3 | R | Sn | E |
| 1 | 0,01 | 0,016 | 0,02 | 0,00253 | 0,0018 |
| 2 | 0,01 |
| 3 | 0,01 |
| 4 | 0,01 |
| 5 | 0,02 |
| 6 | 0,03 |
| 7 | 0,01 |
| 8 | 0,01 |
| 9 | 0,02 |
| 10 | 0,03 |

1. середнє арифметичне :
2. розмах варіювання:

R = 0,03 – 0,01 = 0,02

1. середнє квадратичне відхилення :
2. відхилення амплітуд:

Рисунок 3.1 ˗ Статистична обробка результатів виміру рівня ЛОС (інтегральний показник) під час контрольного дослідження.

Точка 1 вимірювання проводилося у спальні 1 посередині кімнати на висоті 150 см над рівнем підлоги. Точка 2 вимірювання проводилося у спальні 2 посередині кімнати. Точка 3 вимірювання проводилося у гостинній кімнаті посередині приміщення. Точка 4 вимірювання проводилося у центрі кухні. Точка 5 вимірювання проводилося у ванній кімнаті посередині. Точка 6 вимірювання проводилося в туалеті. Точка 7 вимірювання проводилося на заскленому балконі-лоджії посередині. Точка 8 вимірювання проводилося на початку коридору. Точка 9 вимірювання проводилося в кінці коридору. Точка 10 вимірювання проводилося посередині коридору (Рис. 3.1). За результатами статистичної обробки даних контрольного виміру рівня ЛОС у зазначеному приміщенні встановлено, що у всіх точках приміщення не має перевищення норми ЛОС, що зумовлено тим, що тривалий час в приміщенні не проводились ремонтні роботи з використанням сучасних полімерних матеріалів. Також відсутня нова побутова техніка з полімервмісного АБС-пластику, відсутні меблі з MDF панелей, чи ДСП та в цілому немає сучасних меблів та інших речей. Дещо вищий рівень показника забрудненості ЛОС спостерігається в туалеті, по середині коридору біля вхідних дверей та у ванній кімнаті. Цю різницю у порівнянні з іншими точками квартири ми пояснюємо тим, що в туалеті в шафі зберігаються різноманітні чистячі та миючі засоби, освіжувач повітря, мило та інші предмети домашнього господарства. Дещо більший рівень ЛОС у ванній кімнаті можна пояснити тим, що там зберігаються дезодоранти, лак для волосся, крем-фарба для волосся, рідина для зняття лаку з нігтів та подібні речовини. Крім того, ванна кімната та туалет мають невеликі розміри та не мали примусової вентиляції. Незначне підвищення показника ЛОС у середині коридору ми можемо пояснити тим, що біля вхідних дверей в тумбочці знаходяться спреї для чищення взуття, фарби для взуття, та декілька флаконів з туалетною водою та одеколоном.

Таблиця № 3.2 ‒ Результати вимірів рівня ЛОС у зазначеному житловому приміщенні при користуванні туалетною водою.

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Кількість точок | С мг/м3(ЛОС) | Cn мг/м3 | R | Sn | E |
| 1 | 0,02 | 0,03 | 0,05 | 0,0051 | 0,003645 |
| 2 | 0,02 |
| 3 | 0,02 |
| 4 | 0,02 |
| 5 | 0,02 |
| 6 | 0,03 |
| 7 | 0,01 |
| 8 | 0,05 |
| 9 | 0,05 |
| 10 | 0,06 |

1. середнє арифметичне:
2. розмах варіювання:

R = 0,06 – 0,01 = 0,05

1. середнє квадратичне відхилення:
2. відхилення амплітуд:

Рисунок 3.2 ˗ Статистична обробка результатів виміру рівня ЛОС (інтегральний показник) під час користування туалетною водою.

Точки вимірювання такі самі як і в попередньому випадку. Вимірювання проводили через 10 хвилин після умовного користування парфумом. Під час дослідження вікна залишалися закритими, але міжкімнатні двері були відкриті.

Як видно з діаграми, перевищення інтегрального показнику ЛОС спостерігається безпосередньо в тому місці де користувалися туалетною водою, та в найближчих точках замірів, поступово зменшуючись з віддаленістю від епіцентру джерела ЛОС. Незмінною залишилась величина показника ЛОС лише на лоджії через її найбільше віддалення від місця де використовувався парфум та поступовому розсіюванні його у повітрі житлового приміщення.

За результатами статистичної обробки даних виміру рівня ЛОС у квартирі всі точки виміру, окрім точок № 8, № 9, № 10 знаходяться в межах норми, та не складають небезпеки. В точках № 8 ˗ 10 спостерігається перевищення ГДКМР.

Таблиця № 3.3 ‒ Результати вимірів рівня ЛОС (за інтегральним показником) у зазначеному житловому приміщенні при користуванні дезодорантом.

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Кількість точок | С мг/м3(ЛОС) | Cn мг/м3 | R | Sn | E |
| 1 | 0,03 | 0,031 | 0,06 | 0,01868 | 0,0134 |
| 2 | 0,01 |
| 3 | 0,01 |
| 4 | 0,03 |
| 5 | 0,07 |
| 6 | 0,04 |
| 7 | 0,01 |
| 8 | 0,05 |
| 9 | 0,02 |
| 10 | 0,04 |

Наступною речовиною, яку обрано для дослідження можливості потенційного забруднення повітря замкненого приміщення на ЛОС було обрано звичайний дезодорант. Як і в попередньому випадку, користувались їм в місці його локалізації ˗ ванній кімнаті.

1. середнє арифметичне :
2. розмах варіювання:

R = 0,07 – 0,01 = 0,06

1. середнє квадратичне відхилення:
2. відхилення амплітуд:

Точки вимірювання такіж самі, як і в попередніх дослідженнях, вікна закриті, заміри проводились через 10 хвилин після користування речовиною.

Дезодорант, як один з шкідливих факторів якості повітря вдома нами обрано не випадково ˗ ними користуються майже щодня 90 % населення.

За результатами статистичної обробки даних виміру рівня ЛОС у зазначеному приміщенні після використання дезодоранту встановлено, що істотно підвищився рівень шкідливих ЛОС майже по всьому периметру житла. Це пояснюється високою летючістю компонентів дезодорантів, які швидко розповсюдились по кімнатах. Так, найвищий рівень забруднення ЛОС визначався в місці де користувались дезодорантом ˗ ванній кімнаті, через невеликі розміри приміщення та відсутність примусової вентиляції тут концентрація сягала 0,07 мг/м3, що є значним перевищенням ГДКМР. Дещо нижча концентрація ЛОС спостерігалась в прилеглих приміщеннях: туалеті (через поєднану вентиляційну систему) ˗ 0,04 мг/м3, коридорі, який безпосередньо граничить з ванною кімнатою (точка № 8) ˗ 0,05 мг/м3, та посередині коридору (точка № 10) ˗ 0,04 мг/м3. В інших точках заміри показали не суттєве збільшення рівня ЛОС.

Рисунок 3.3 ˗ Статистична обробка результатів виміру рівня ЛОС під час дослідження повітря при користуванні дезодорантом.

Далі для проведення досліджень нами була змодельована ситуація користування лаком для волосся. Як і в попередньому випадку, користувались їм в місці його локалізації ˗ ванній кімнаті.

Таблиця № 3.4 ‒ Результати вимірів рівня ЛОС (за інтегральним показником) у зазначеному житловому приміщенні при користуванні лаком для волосся.

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Кількість точок | С мг/м3(ЛОС) | Cn мг/м3 | R | Sn | E |
| 1 | 0,02 | 0,030 | 0,05 | 0,01949 | 0,0139 |
| 2 | 0,01 |
| 3 | 0,01 |
| 4 | 0,02 |
| 5 | 0,06 |
| 6 | 0,04 |
| 7 | 0,01 |
| 8 | 0,06 |
| 9 | 0,02 |
| 10 | 0,05 |

1. середнє арифметичне :
2. розмах варіювання:

R = 0,06 – 0,01 = 0,05

1. середнє квадратичне відхилення :
2. відхилення амплітуд:

Рисунок 3.4 ˗ Статистична обробка результатів виміру рівня ЛОС під час дослідження повітря при користуванні лаком для волосся.

Заміри проводили в тих самих точках, як і в попередніх дослідженнях, вікна закриті, заміри проводились через 10 хвилин після користування лаком для волосся.

За результатами статистичної обробки даних виміру рівня ЛОС у зазначеному приміщенні після використання лаку для волосся бачимо картину дуже схожу, як і при користуванні дезодорантом. Помітно підвищився рівень шкідливих ЛОС майже у всіх точках досліджень. Так, найвищий рівень забруднення ЛОС визначався в місці де «користувались» лаком для волосся ˗ ванній кімнаті, концентрація тут сягнула 0,06 мг/м3, що є перевищенням ГДКМР ЛОС. В прилеглих приміщеннях картина залишилась подібною до попереднього заміру: туалеті ˗ 0,04 мг/м3, коридорі, який безпосередньо граничить з ванною кімнатою (точка № 8) ˗ 0,06 мг/м3, та посередині коридору (точка № 10) ˗ 0,05 мг/м3. В інших точках заміри показали не суттєве збільшення рівня ЛОС.

Таблиця № 3.5 ‒ Результати вимірів рівня ЛОС (за інтегральним показником) у зазначеному житловому приміщенні при користуванні рідиною для зняття лаку з нігтів.

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Кількість точок | С мг/м3(ЛОС) | Cn мг/м3 | R | Sn | E |
| 1 | 0,04 | 0.039 | 0,02 | 0,01868 | 0,0134 |
| 2 | 0,02 |
| 3 | 0,02 |
| 4 | 0,03 |
| 5 | 0,08 |
| 6 | 0,04 |
| 7 | 0,02 |
| 8 | 0,06 |
| 9 | 0,03 |
| 10 | 0,05 |

1. середнє арифметичне :
2. розмах варіювання:

R = 0,08 – 0,02 = 0,06

1. середнє квадратичне відхилення :
2. відхилення амплітуд:

Рисунок 3.5 ˗ Статистична обробка результатів виміру рівня ЛОС (інтегральний показник) під час дослідження забруднення повітря рідиною для зняття лаку для нігтів.

Як показали наші дослідження рідина для зняття лаку для нігтів виявилась дуже летючою та токсичною і швидко розповсюджується по замкненому приміщенню. Показники забруднення різко підвищились, особливо в точці де проводились маніпуляції з рідиною. Так при використанні рідини в ванній кімнаті результати замірів показали концентрацію у повітрі 0,08 мг/м3, а в прилеглих точках № 8 (коридор) та № 10 (центр коридора) концентрація ЛОС складала 0,06 мг/м3 та 0,05 мг/м3 відповідно.

В цілому після використання цієї рідини концентрація ЛОС зросла у всіх точках замірів, які розташовано по всій квартирі.

Таблиця № 3.6 ‒ Результати вимірів рівня ЛОС (за інтегральним показником) у зазначеному житловому приміщенні при використанні чистячого засобу для меблі.

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Кількість точок | С мг/м3(ЛОС) | Cn мг/м3 | R | Sn | E |
| 1 | 0,02 | 0,023 | 0,03 | 0,00781 | 0,0056 |
| 2 | 0,04 |
| 3 | 0,02 |
| 4 | 0,01 |
| 5 | 0,02 |
| 6 | 0,03 |
| 7 | 0,02 |
| 8 | 0,02 |
| 9 | 0,03 |
| 10 | 0,02 |

1. середнє арифметичне :
2. розмах варіювання:

R = 0,04 – 0,01 = 0,03

1. середнє квадратичне відхилення :
2. відхилення амплітуд:

Рисунок 3.6 ˗ Статистична обробка результатів виміру рівня ЛОС (інтегральний показник) під час використання чистячого засобу для меблі.

Виміри проводились в кімнаті 2 (точка № 2) після проведення чистки поверхонь меблі засобом до складу якого входять серед інших такі речовини як лимонен, гераніол, органічні розчинники.

Проведенні заміри вказують на те, що речовини які входять до складу даного засобу не є дуже леткими, тому що виходячи з результатів вимірів ми можем побачити не дуже інтенсивну зміну показників ЛОС за всіма точками дослідження. Лише у тій кімнаті де проводились роботи з цим засобом спостерігається підвищення концентрації ЛОС у повітрі, та в суміжних приміщеннях відбулось невелике підвищення концентрації ЛОС у повітрі. Так, у кімнаті де проводили обробку меблів концентрація ЛОС відповідає рівню 0,04 мг/м3, а в прилеглому приміщенні концентрація підвищилась до 0,3 мг/м3.

Таблиця № 3.7 ‒ Результати вимірів рівня ЛОС (за інтегральним показником) у зазначеному житловому приміщенні при використанні засобу для чищення килимів.

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Кількість точок | С мг/м3(ЛОС) | Cn мг/м3 | R | Sn | E |
| 1 | 0,02 | 0,025 | 0,03 | 0,00806 | 0,0058 |
| 2 | 0,04 |
| 3 | 0,03 |
| 4 | 0,02 |
| 5 | 0,03 |
| 6 | 0,03 |
| 7 | 0,01 |
| 8 | 0,02 |
| 9 | 0,03 |
| 10 | 0,02 |

1. середнє арифметичне :
2. розмах варіювання:

R = 0,04 – 0,01 = 0,03

1. середнє квадратичне відхилення:
2. відхилення амплітуд:

Рисунок 3.7 ˗ Статистична обробка результатів виміру рівня ЛОС (інтегральний показник) під час використання засобу для чищення килимів .

Виміри проводились в кімнаті 2 (точка № 2) після проведення чистки килиму спеціалізованим засобом до складу якого входять серед інших такі речовини як аліфатичні вуглеводні та «віддушки».

Виходячи з результатів вимірів ми зафіксували не дуже інтенсивну зміну показників ЛОС за всіма точками дослідження. Лише у тій кімнаті де проводилась робота з цією речовиною спостерігалось збільшення концентрації ЛОС до 0,04 мг/м3 у повітрі, а в суміжних кімнатах відбулось незначне збільшення концентрації до 0,3 мг/м3.

Таблиця № 3.8 ‒ Результати вимірів рівня ЛОС (за інтегральним показником) у зазначеному житловому приміщенні при використанні освіжувача повітря.

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Кількість точок | С мг/м3(ЛОС) | Cn мг/м3 | R | Sn | E |
| 1 | 0,02 | 0,036 | 0,07 | 0,02059 | 0,0147 |
| 2 | 0,02 |
| 3 | 0,02 |
| 4 | 0,03 |
| 5 | 0,08 |
| 6 | 0,05 |
| 7 | 0,01 |
| 8 | 0,06 |
| 9 | 0,03 |
| 10 | 0,04 |

1. середнє арифметичне:
2. розмах варіювання:

R = 0,08 – 0,01 = 0,07

1. середнє квадратичне відхилення:
2. відхилення амплітуд:

Рисунок 3.8 ˗ Статистична обробка результатів виміру рівня ЛОС (інтегральний показник) під час дослідження освіжувача повітря.

Як правило освіжувачем повітря користуються в переважній більшості випадків в туалеті, тому і в нашому дослідженні було здійснення розпилення освіжувача саме там (точка № 6).

В результаті цього дослідження було встановлено, що концентрація ЛОС різко підвищилась майже у всіх частинах квартири. Такий результат ми можемо пояснити вмістом в освіжувачі великої кількості ЛОС, які швидко розповсюджуються по всьому приміщенню. Так в самій точці № 6 концентрація ЛОС різко збільшилась до 0,08 мг/м3. В сусідніх приміщеннях концентрація сягала 0,6 мг/м3 та 0,5 мг/м3 поступово зменшуючись при віддаленні від місця користування освіжувачем. Тобто спостерігається перевищення концентрації ЛОС вище рівня ГДКМР у точках № 5 (0,08 мг/м3), № 6 (0,05 мг/м3), № 8 (0,06 мг/м3), та № 10 (0,04 мг/м3).

Таблиця № 3.9 ‒ Результати вимірів рівня ЛОС (за інтегральним показником) у зазначеному житловому приміщенні при використанні засобу для миття вікон.

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Кількість точок | С мг/м3(ЛОС) | Cn мг/м3 | R | Sn | E |
| 1 | 0,02 | 0,028 | 0,04 | 0,01166 | 0,0083 |
| 2 | 0,04 |
| 3 | 0,04 |
| 4 | 0,02 |
| 5 | 0,02 |
| 6 | 0,03 |
| 7 | 0,05 |
| 8 | 0,01 |
| 9 | 0,02 |
| 10 | 0,03 |

1. середнє арифметичне:
2. розмах варіювання:

R = 0,05 – 0,01 = 0,04

1. середнє квадратичне відхилення:
2. відхилення амплітуд:

Рисунок 3.1 ˗ Статистична обробка результатів виміру рівня ЛОС (інтегральний показник) під час миття вікон спеціалізованим засобом.

Виміри проводились після миття вікон на лоджії спеціалізованим засобом у вигляді рідини, що містить у своєму складі спирти, ПАВ, «віддушки» та ін. інгредієнти.

Результати наших замірів показали зростання забрудненості повітря на ЛОС після застосування цього засобу з 0,01 мг/м3 до 0,05 мг/м3 на лоджії, де проводилось миття, та до 0,04 мг/м3 в прилеглих до неї кімнатах. Також помітно невелике зростання концентрації ЛОС в повітрі і в інших приміщеннях, але яке знаходиться в межах норми.

Таблиця № 3.10 ‒ Результати вимірів рівня ЛОС (за інтегральним показником) у зазначеному житловому приміщенні при користуванні побутовим газом (приготування їжі).

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Кількість точок | С мг/м3(ЛОС) | Cn мг/м3 | R | Sn | E |
| 1 | 0,03 | 0,039 | 0,05 | 0,01640 | 0,0117 |
| 2 | 0,03 |
| 3 | 0,03 |
| 4 | 0,07 |
| 5 | 0,02 |
| 6 | 0,03 |
| 7 | 0,02 |
| 8 | 0,06 |
| 9 | 0,05 |
| 10 | 0,05 |

1. середнє арифметичне:
2. розмах варіювання:

R = 0,07 – 0,02 = 0,05

1. середнє квадратичне відхилення :
2. відхилення амплітуд:

Рисунок 3.10 ˗ Статистична обробка результатів виміру рівня ЛОС під час користування побутовим газом (приготування їжі)

Кожен день ми користуємось в побуті газом для приготування їжі. Цей процес також впливає на забрудненість повітря ЛОС.

Під час нашого дослідження проводилось приготування їжі на газовій плиті протягом однієї години та користувались миючим засобом для миття посуду. Тобто було змодельовано звичайну щоденну ситуацію кожної родини.

Дослідження показали підвищення ЛОС у всіх точках квартири де проводились виміри. Найбільший рівень показника ЛОС показали заміри в точці № 4 (кухня) де рівень концентрації ЛОС складав 0,07 мг/м3, що майже в два рази перевищує ГДК. Дещо менший рівень забрудненості повітря був у суміжних приміщеннях ˗ коридорі де в точці № 1 концентрація ЛОС сягала 0,06 мг/м3, в точці № 2 та № 3 коридору 0,05 мг/м3. Це свідчить про те, що щоденний тривалий процес приготування їжі щодня може суттєво впливати на здоровʼя.

Таблиця № 3.11 ‒ Результати вимірів рівня ЛОС (за інтегральним показником) у житловому будинку побудованому із вживаних шпал.

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Кількість точок | С мг/м3(ЛОС) | Cn мг/м3 | R | Sn | E |
| 1 | 0,02 | 0,034 | 0,02 | 0,008 | 0,0057 |
| 2 | 0,03 |
| 3 | 0,04 |
| 4 | 0,03 |
| 5 | 0,03 |
| 6 | 0,04 |
| 7 | 0,03 |
| 8 | 0,03 |
| 9 | 0,05 |
| 10 | 0,04 |

1. середнє арифметичне:
2. розмах варіювання:

R = 0,04 – 0,02 = 0,02

1. середнє квадратичне відхилення:
2. відхилення амплітуд:

Рисунок 3.11 ˗ Статистична обробка результатів виміру рівня ЛОС (інтегральний показник) в будинку побудованому з використаних шпал.

Заміри проводились в приватному будинку на 3 кімнати, який нещодавно побудовано з використаних залізнодорожних шпал. З внутрішнього боку весь будинок зашите листами гіпсокартону, відшпакльовано та поклеєні шпалери. В одній кімнаті стіни зроблені з цільної деревини, яка необроблена ні якими речовинами.

Точки для замірів було обрано наступним чином. В кожній кімнаті по три точки, одна точка в центрі кімнати, друга біля внутрішньої стіни, третя біля опалювального приладу (зовнішня стіна) та одна точка по центру кухні. Заміри проводили по стандартній методиці. Перед початком замірів приміщення провітрювали протягом 15 хвилин, потім зачиняли на 8 годин. Заміри проводили при зачинених вікнах та дверях на висоті 150 см над рівнем підлоги.

Результати замірів показали наступні величини концентрації ЛОС в зазначеному будинку. Так в кімнаті 1 в точці № 3, біля зовнішньої стени навколо опалювального приладу концентрація ЛОС складає 0,04 мг/м3. В кімнаті 2 спостерігається така сама картина в точці № 6, яка також розташована навколо опалювального приладу. В третій кімнаті в точці № 9, яка також розташована біля вікна над опалювальним приладом концентрація ЛОС складала 0,05 мг/м3. В кухні нами було обрано одну точку для проведення дослідження рівня ЛОС, посередині приміщення через те, що кухня має невелику площу і однієї точки для заміру достатньо. Результатом заміру рівня ЛОС в кухні стала величина в 0,04 мг/м3.

За результатами статистичної обробки даних вимірів рівня ЛОС у приватному будинку побудованому зі вживаних шпал, які просочено крезолом, можна спостерігати досить високий рівень забрудненості повітря в цілому. Такий рівень забрудненості повітря леткими органічними сполуками свідчить про потенційну небезпеку проживання в такому будинку.

## ОХОРОНА ПРАЦІ ТА БЕЗПЕКА В НАДЗВИЧАЙНИХ СИТУАЦІЯХ

## 4.1 Інструкція при роботі з електроприладами

Щоб запобігти виникненню нещасних випадків, ураження електричним струмом, пожеж тощо слід вивчити і виконувати правила з техніки безпеки при роботі на електрообладнанні, правила виробничої санітарії й пожежної профілактики.

До роботи з експлуатації електроустановок і електроустаткування допускаються тільки співробітники, що пройшли спеціальне навчання і мають кваліфікаційне посвідчення.

Студентам працювати на електрообладнанні дозволяється тільки в присутності досвідченого співробітника (викладача або лаборанта).

Допуск до самостійної роботи аспірантів, претендентів проводиться після присвоєння їм відповідної кваліфікаційної групи.

Відповідальна за лабораторію особа повинна систематично слідкувати за справністю електричної апаратури, яка використовується в навчальному процесі й науково-дослідній роботі. При виявленні пошкоджень негайно повідомляє відповідного фахівця та контролює своєчасний її ремонт.

Самостійний ремонт електрообладнання студентам, лаборантам та викладачам забороняється.

Забороняється користуватися (з навчальною чи науковою метою) несправним електроустаткуванням.

Для попередження нещасних випадків, на несправних приладах повинен бути зроблений надпис: «Прилад не працює», тощо.

Профілактичний огляд і ремонт електроустаткування (електроплити, муфельна піч, сушильна шафа та інше), яке використовується в навчальному процесі й у науково-дослідній роботі, роблять тільки відповідні фахівці.

У кабінеті або лабораторії треба використовувати електронагрівальні прилади закритого типу та інше електричне обладнання тільки заводського виготовлення. При експлуатації слід користуватися паспортом та інструкцією заводу – виготовлювача.

Усі електронагрівальні прилади повинні мати теплоізоляцію знизу і з боку стін. Як теплоізоляцію можна використати керамічні плитки та інші негорючі матеріали з малою теплопровідністю.

Подання струму через загальний рубильник до робочих місць і вимикання його після закінчення робіт виконує лише викладач або лаборант.

Штепсельні розетки і встановлене обладнання можуть перебувати під струмом під час проведення дослідів. Після закінчення експерименту подача струму негайно припиняється.

Шафи з розподільними пристроями повинні бути замкнені на замок.

Усі прилади, в яких це передбачено, повинні бути заземлені.

Особи, що працюють на електрообладнанні (лаборанти, викладачі, студенти, аспіранти, претенденти), перед кожним використанням проводять перевірку відсутності видимих пошкоджень заземлення, ушкоджень ізоляції електропроводу та електровилки. При виявленні пошкоджень негайно повідомляють керівника робіт, а лаборант – відповідного фахівця.

Уважно ознайомитись із завданням, правилами безпеки робіт на електрообладнанні.

Упевнитись в наявності засобів гасіння вогню і надання першої допомоги.

Приступаючи до роботи з діючими установками, необхідно:

– вмикати електрообладнання тільки в присутності досвідченого співробітника (викладача або лаборанта);

– з виникаючими питаннями з приводу роботи приладу звертатися до викладача або лаборанта.

Необхідно припинити роботу на електрообладнанні при:

– появі диму або специфічного запаху, характерного для ізоляції, що горить;

– появі навіть слабкої дії електроструму;

– появі підвищеного шуму, стуку, вібрації тощо;

– при раптовому припиненні роботи електроустаткування (зникнення напруги, заклинення частин приладу, що рухаються (центрифуга тощо)), воно повинно бути вимкнено вимикачем.

Про всі виявлені несправності електрообладнання під час роботи необхідно негайно повідомляти лаборанта або керівника робіт.

Не слід перевіряти наявність напруги пальцями і не торкатись струмоведучих частин електроприладів.

Під час перенесення електроустаткування з одного робочого місця на інше, а також під час перерви у роботі електрообладнання повинно бути відключене від електромережі.

Не варто залишати без нагляду електроустаткування, яке підключене до електромережі.

Після закінчення роботи слід:

– привести в порядок робоче місце.

– вимкнути всі електроспоживачі.

– зачинити вікна, кватирки, перевірити чи закриті водопровідні крани, вимкнути вентиляцію та освітлення.

– зачинити приміщення і при необхідності здати його під охорону та залишити ключі черговому швейцару.

– в разі виявлення недоліків – повідомити про них керівника підрозділу або відповідну службу (коменданта, енергетика, механіка, службу охорони).

При виникненні аварійних ситуацій необхідно вміти відповідно діяти:

– при припиненні подачі електроенергії або при спалахуванні електропроводки в середині апаратури необхідно вимкнути електроживлення обладнання, вимкнути вилку шнура живлення;

– при пожежі діяти відповідно до «Інструкції з пожежної безпеки», при необхідності викликати пожежну службу, МНС (тел. 101);

– в разі нещасного випадку: надати потерпілому першу медичну допомогу, викликати медичного співробітника, повідомити керівника, у разі необхідності викликати швидку медичну допомогу (тел. 103).

При виникненні інших аварійних ситуацій повідомити керівника робіт та діяти за його розпорядженнями.

Надаючи допомогу потерпілому при ураженні струмом, не можна торкатися голими руками до людини, яка знаходиться під дією струму.

Насамперед, потрібно відключити установку (устаткування), якої торкається постраждалий або вимкнути рубильник, який постачає струм до електроприладу.

При неможливості відключення всієї електроустановки, необхідно відокремити постраждалого від струмоведучих частин, використовуючи сухі предмети, що не проводять електричний струм (дошки, одяг, стілець й ін.), або перерубати провід сокирою із сухою рукояткою.

При відокремленні потерпілого від струмоведучих частин, треба діяти однією рукою.

Надаючи першу медичну допомогу постраждалого укласти на спину на тверду поверхню й перевірити наявність подиху і пульсу.

Якщо постраждалий у свідомості (збережені основні життєві функції), необхідно забезпечити йому повний спокій та свіже повітря.

При порушенні або припиненні дихання та серцевої діяльності – виконувати штучне дихання й масаж серця (навіть якщо людина здається мертвою) до прибуття швидкої допомоги та передачі постраждалого до рук медиків.

## 4.2 Інструкція при роботі за персональним компʼютером

До роботи на персональній електронно-обчислювальній машині (ПЕОМ) або відео – дисплейному терміналі (ВДТ) допускаються після вивчення даної інструкції особи, які пройшли попередній медичний огляд, встановлений курс навчання за даною професією, а при необхідності стажування протягом 2 – 15 змін під керівництвом досвідчених працівників, пройшли вступний та первинний (на робочому місці) інструктажі з питань охорони праці, пожежної безпеки, інструктаж і перевірку знань з електробезпеки і отримали ІІ кваліфікаційну групу.

Оператор (користувач) повинен:

1) виконувати правила внутрішнього трудового розпорядку;

2) не допускати в робочу зону сторонніх осіб;

3) не виконувати вказівок, які суперечать правилам охорони праці;

4) памʼятати про особисту відповідальність за виконання правил охорони праці та безпеку товаришів по роботі;

5) вміти надавати першу медичну допомогу потерпілим від нещасних випадків;

6) вміти користуватись первинними засобами пожежогасіння;

7) виконувати правила особистої гігієни.

Робочі місця з ВДТ і ПЕОМ під час виконання творчої роботи, яка потребує значної розумової напруги чи великої концентрації уваги, слід ізолювати одне від одного перегородкою висотою 1,5 – 2,0 м.

Робочі місця з ВДТ рекомендується розміщувати в окремих приміщеннях. В разі розміщення робочих місць з ВДТ в залах або приміщеннях з джерелами небезпечних і шкідливих факторів вони повинні розташовуватись у повністю ізольованих кабінетах з природним освітленням та організованим повітрообміном.

Площа, на якій розташовується одне робоче місце з ПЕОМ або ВДТ, повинна становити не менше як 6,0 м2, обʼєм приміщення – не менше як 20 м3.

Поверхня підлоги має бути рівною, без вибоїн, неслизькою, зручною для очищення та вологого прибирання, мати антистатичні властивості.

При розміщенні робочих місць необхідно виключити можливість прямого засвічування екрана джерелом природного освітлення.

Штучне освітлення у приміщеннях з ВДТ треба здійснювати у вигляді комбінованої системи освітлення з використанням люмінесцентних джерел світла у світильниках загального освітлення, які слід розташовувати над робочими поверхнями у рівномірно-прямокутному порядку.

Для запобігання засвітлюваню екранів ВДТ прямими світловими потоками, лінії світильників повинні бути розташовані з достатнім бічним зміщенням відносно рядів робочих місць або зон, а також паралельно до світлових отворів. Бажане розміщення вікон з одного боку робочих приміщень.

Штучне освітлення повинно забезпечити на робочих місцях ПЕОМ освітленість 300–500 лк. У разі неможливості забезпечити даний рівень освітленості системою загального освітлення допускається застосування світильників місцевого освітлення, але при цьому не повинно бути відблисків на поверхні екрану та збільшення освітленості екрану більше ніж 300 лк.

У разі природного освітлення слід передбачити наявність сонцезахисних засобів, з цією метою можна використовувати плівки з металізованим покриттям або жалюзі.

Розташовувати робоче місце обладнане ВДТ, необхідно таким чином, щоб в поле зору оператора не потрапляли вікна або освітлювальні прилади; вони не повинні знаходитися й безпосередньо за його спиною.

На робочому місці має бути забезпечена рівномірна освітленість за допомогою переважно відбитого або розсіяного розподілу світла.

Світлових відблисків з клавіатури, екрана та від інших частин ВДТ у напрямку очей оператора не повинно бути.

Для їх виключення необхідно застосовувати спеціальні екранні фільтри, захисні козирки або розташовувати джерела світла паралельно напрямку погляду на екран ВДТ з обох сторін.

Для запобігання засліплення, світильники місцевого освітлення повинні мати відбивачі з непрозорого матеріалу чи скло молочного кольору. Захисний кут відбивача повинен бути не менше 40°.

Не бажано, щоб одяг оператора був світлим і особливо блискучим.

Для оздоблення приміщень з ВДТ повинні використовуватися дифузно-відбиваючі матеріали з коефіцієнтами відбиття: стелі – від 0,7 до 0,8; стін – від 0,4 до 0,5; підлоги – від 0,2 до 0,3.

Забороняється застосовувати для оздоблення інтерʼєру полімерні матеріали, що виділяють у повітря шкідливі хімічні речовини.

Робочі місця з ВДТ повинні розташовуватись на відстані не менше як 1,5 м від стіни з віконними прорізами, від інших стін – на відстані 1 м; між собою на відстані не менше як 1,5 м.

Основним обладнанням робочого місця оператора ВДТ є монітор, клавіатура, робочий стіл, стілець (крісло); допоміжним – пюпітр, підставка для ніг, шафи, полиці та інше.

Взаємне розташування елементів робочого місця не повинно заважати виконанню всіх необхідних рухів та переміщень для експлуатації ПЕОМ; сприяти оптимальному режиму праці і відпочинку, зниженню втоми оператора (користувача).

При використанні допоміжних пристосувань під ВДТ, повинна бути передбачена можливість переміщення останнього відносно вертикальної осі в межах ± 30° (вправо–вліво).

Для забезпечення точного і швидкого зчитування інформації поверхню екрана ВДТ слід розташовувати в оптимальній зоні інформаційного поля в площині, перпендикулярній нормальній лінії погляду оператора (користувача), який знаходиться в робочій позі. Допускається відхилення від цієї площини – не більше 45°; допускається кут відхилення лінії погляду від нормального – не більше 30°.

Розташовувати ВДТ на робочому місці необхідно так, щоб поверхня екрана знаходилась на відстані 500 – 600 мм від очей оператора (користувача), в залежності від розміру екрана.

Необхідно розташовувати клавіатуру на робочому столі, не допускаючи її хитання, або на окремому столі на відстані 100 – 300 мм від краю ближче до працюючого.

Положення клавіатури та кут її нахилу повинен відповідати побажанням оператора (користувача) – кут нахилу в межах 5°–15°.

Принтер треба розташовувати так, щоб доступ до нього оператора (користувача) та його колег був зручним; щоб максимальна відстань до клавіш управління принтером не перевищувало довжину витягнутої руки (по висоті 900 – 1300 мм, по глибині 400 – 500 мм).

Конструкція робочого столу повинна забезпечувати можливість оптимального розміщення на робочій поверхні обладнання, що використовується, з урахуванням його кількості, розмірів, конструктивних особливостей (розмір ВДТ, клавіатури, принтера, ПЕОМ та інше) та характеру його роботи.

Висота робочої поверхні столу повинна регулюватися у межах 680–800 мм; у середньому вона повинна становити 725 мм.

Ширина і глибина робочої поверхні повинні забезпечувати можливість виконання трудових операцій в межах моторного поля, межа якого визначається зоною в межах видимості приладів і досяжності органів керування.

Перевагу слід віддавати модульним розмірам столу, на основі яких розраховуються конструктивні розміри; ширину слід вважати: 600, 800, 1000, 1200, 1400; глибину – 800, 1000 мм, при нерегульованій його висоті – 725 мм.

Поверхня столу має бути матовою з малим відбиттям та тепло – ізолюючою.

Робочий стіл повинен мати простір для ніг висотою не менше як 600 мм, шириною не менше як 500 мм, глибиною на рівні колін не менше, як 450 мм та на рівні витягнутої ноги – не менше як 650 мм.

Крісло повинно забезпечувати підтримування раціональної робочої пози під час виконання основних виробничих операцій, створювати умови для зміни пози.

З метою попередження втоми крісло повинно забезпечувати зниження статичного напруження мʼязів шийно – плечової ділянки та спини.

Тип робочого крісла повинен обиратися залежно від характеру та тривалості роботи.

Воно має бути підйомно – поворотним і регулюватися по висоті та кутах нахилу сидіння і спинки, а також відстані спинки від переднього краю сидіння.

Регулювання кожного параметра має бути незалежним і мати надійну фіксацію.

Всі важелі та ручки пристосування (для регулювання) мають бути зручними в управлінні.

Висота поверхні сидіння повинна регулюватись у межах 400–550 мм.

Ширина та глибина його поверхні має бути не менше як 400 мм.

Поверхня сидіння має бути плоскою, передні краї – закругленими.

Сидіння та спинка крісла мають бути напівмʼяким, такими, що не електризуються та з повітронепроникним покриттям, матеріал якого забезпечує можливість легкого очищення від забруднення.

Зміна кута нахилу поверхні сидіння повинна бути в межах від 15° уперед та 5° назад.

Опорна поверхня спинки крісла повинна мати висоту 280–300 мм, ширину – не менше як 380 мм та радіус кривизни горизонтальної площини – 400 мм.

Кут нахилу спинки у вертикальній площині повинен регулюватися у межах (-30°) – (+30°) від вертикального положення.

Відстань спинки від переднього краю сидіння повинна регулюватися у межах 260 – 400 мм.

Крісла повинні мати стаціонарні або знімні підлокітники довжиною не менше як 250 мм, шириною у межах 50 – 70 мм, що можуть регулюватися по висоті над сидінням у межах 200 – 260 мм та регулюватися по параметру внутрішньої відстані між підлокітниками у межах 350 – 500 мм.

Робоче місце має бути обладнане стійкою підставкою для ніг, параметри якої просто регулюються.

Підставка повинна мати ширину не менше як 300 мм, глибину не менше як 400 мм, з регулюванням, по висоті до 150 мм та по куту нахилу опорної поверхні підставки до 20°.

Поверхня підставки має бути рифленою, а по передньому краю мати бортик висотою 10 мм.

Робоче місце оператора (користувача) має бути обладнане легко переміщуваним пюпітром для розташування на ньому документів, розміщеним на одному рівні з екраном та віддалений від очей оператора (користувача) приблизно на таку ж відстань (припустима розбіжність цих відстаней не більше як 100 мм).

Пюпітр не повинен вібрувати, бути стійким.

Значення площини пюпітра має бути не меншою за розміри найбільшою з джерел інформації, що застосовується оператором (користувачем).

При необхідності перегортання оригіналу обидві його сторони повинні розташовуватися на підставці.

Рукопис повинен слабо прилипати до підставки або кріпитися за допомогою спеціальних затискачів. Поверхня пюпітра має бути матовою.

Пюпітр повинен мати лінійку, що легко пересувається по рядках, прозору та зручну для використання.

Раціональна поза оператора (користувача): розташування тіла при якому ступні працівника розташовані на площині підлоги або на підставці для ніг, стегна зорієнтовані у горизонтальній площині, верхні частини рук – вертикальні, кут ліктьового суглоба коливається у межах 70 – 90°, запʼястя зігнуті під кутом не більше ніж 20°, нахил голови – у межах 15 – 20°, а також виключені часті її повороти.

Для забезпечення оптимальної робочої пози оператора (користувача) необхідно:

– забезпечити відстань між найважливішими засобами праці, з якими оператор (користувач) працює найбільш часто близько до 500 мм.

– виробничі завдання операторів (користувачів) розробляти зурахуванням мінімізації перепадів яскравості між найбільш важливими обʼєктами зорового спостереження.

Під час розташування екрана ВДТ на технологічному обладнанні, необхідно передбачити зручність зорового нагляду в вертикальній площині під кутом ± 30° від нормальної лінії погляду оператора (користувача) ПЕОМ, відстань від екрана до ока працівника повинна складати 500 – 900 мм в залежності від розміру екрана.

Для нейтралізації зарядів статичної електрики в приміщенні, де виконуються роботи на ПЕОМ, рекомендується збільшувати вологість повітря за допомогою кімнатних зволожувачів.

Крім даної інструкції оператор (користувач) повинен виконувати інструкцію з безпечної експлуатації ПЕОМ заводу – виробника.

Перед початком роботи слід:

1) увімкнути систему кондиціювання повітря в приміщенні;

2) оглянути робоче місце і привести його в порядок; впевнитись, що на ньому відсутні сторонні предмети; все обладнання і блоки ПЕОМ зʼєднані з системним блоком за допомогою зʼєднувальних шнурів;

3) перевірити надійність встановлення апаратури на робочому столі. ВДТ має стояти не на краю стола;

4) повернути ВДТ так, щоб було зручно дивитися на екран – під прямим кутом (а не збоку) і трохи зверху вниз; при цьому екран має бути трохи нахиленим – нижній його край ближче до оператора (користувача);

5) перевірити загальний стан апаратури, перевірити справність електропроводки, зʼєднувальних шнурів, штепсельних вилок, розеток, заземлення захисного екрана;

6) відрегулювати освітленість робочого місця;

7) відрегулювати та зафіксувати висоту крісла, зручний для оператора (користувача) нахил його спинки;

8) у разі необхідності приєднати до процесора необхідну апаратуру (принтер, сканер тощо);

9) ввімкнути апаратуру компʼютера вимикачами на корпусах в послідовності: стабілізатор напруги, ВДТ, процесор, принтер (якщо передбачається друкування);

10) відрегулювати яскравість свічення екрана ВДТ, мінімальний розмір світної точки, фокусування, контрастність.

Не слід робити зображення занадто яскравим, щоб не втомлювати очей.

Рекомендується зробити такі налаштування:

– яскравість свічення екрана – не менше 100 кд/м;

– відношення яскравості екрана ВДТ до яскравості оточуючих його поверхонь в робочій зоні – не більше 3:1;

– мінімальний розмір точки свічення – не менше 0,4 мм для монохромного ВДТ і не менше 0,6 мм для кольорового;

– контрастність зображення знаку – не менше 0,8.

Під час роботи за компʼютером забороняється:

– експлуатація кабелів та проводів з пошкодженою або такою, що втратила захисні властивості за час експлуатації, ізоляцією; залишення під напругою кабелів та проводів з неізольованими провідниками;

– застосування саморобних подовжувачів, які не відповідають вимогам Правил будови електроустановок до переносних електропроводок

– застосування для опалення приміщення нестандартного (саморобного) електронагрівального обладнання або ламп розжарювання;

– користування пошкодженими розетками, зʼєднувальними коробками, вимикачами, а також лампами, скло яких має сліди затемнення або випинання.

Після завершення роботи слід:

1) закінчити та записати у памʼять компʼютера файл, що знаходиться в роботі;

2) вийти з програмної оболонки і повернутися в середовище операційної системи;

3) вимкнути принтер, інші периферійні пристрої;

4) вимкнути стабілізатор, якщо компʼютер підключений до мережі через нього;

5) штепсельні вилки витягнути з розеток;

6) накрити клавіатуру кришкою для запобігання попаданню в неї пилу;

7) прибрати робоче місце;

8) оригінали та інші документи покласти в ящик стола;

9) ретельно вимити руки теплою водою з милом.

## ВИСНОВКИ

* 1. Експериментально підтверджена наявність негативного явища забруднення приміщень Зформальдегідом, яке представляє потенційну небезпеку для здоровʼя викладачів та студентів;
* 2. Встановлено, що локалізація потенційних джерел небезпеки забруднення формальдегідом різниться в різних аудиторіях та приміщеннях і потребує здійснення локального еко – моніторингу;
* 3. Одержані гістограми результатів експериментальних досліджень дозволяють обʼєктивно виявити найбільші небезпечні для здоровʼя людини техногенні фактори – забруднення формальдегідом;
* 4. Результати досліджень дозволяють сформувати практичні рекомендації щодо мінімізації негативного впливу забруднених учбових приміщень формальдегідом. На наш погляд, одержані результати досліджень вказують, що для профілактики потенційного забруднення аудиторій токсичними парами формальдегідом доцільно здійснювати наступні заходи:
* 1. Здійснювати обовʼязкове примусове провітрювання учбових приміщень;
* 2. Використовувати тільки сертифіковані будівельні матеріали та фарби;
* 3. Використовувати в учбових приміщеннях меблі тільки класу Е – 3 (з мінімальною концентрацією альдегіду в ДВП та ДСП).

# ПРАКТИЧНІ РЕКОМЕНДАЦІЇ

Одержані в рамках магістерської роботи експериментальні данні дозволяють сформувати практичну рекомендацію:

Для мінімізації негативного впливу формальдегіду на здоровʼя викладачів та студентів необхідно додержуватись наступних принципів екологічної безпеки:

* – відстань (від даного обʼєкта що становить потенційну небезпеку);
* – концентрація (рівень ГДК у приміщенні чи в його окремих точках);
* – експозиція (час перебування у забрудненому приміщенні);
* – санітарна гігієна (провітрювання приміщень).
* – використовувати тільки сертифіковані будівельні матеріали та фарби;
* – використовувати в учбових приміщеннях меблі класу Е – 3 (з мінімальною концентрацією альдегіду в ДВП та ДСП).

Являється доцільним використовувати результати експериментальних досліджень по моніторингу забруднень учбових аудиторій формальдегідом слідуючих лекційних курсах :

* – «Екологічна безпека»;
* – «Моніторинг довкілля»;
* – «Безпека життєдіяльності»;
* – «Валеологія».

# СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. [ГОСТ ISO 16000-1:2007 «Повітря замкнених приміщень. Частина 1. Відбір зразків. «Загальні положення»](https://files.stroyinf.ru/Index2/1/4293841/4293841921.htm).
2. Беляєв E.H., Зайцева Н.В., 1995; Уралыш А.Г., 1998, 2001; Якубова И.Ш., 1995, 2001.
3. Гигиеническое обоснование мониторинга показателей здоровья населения и качества атмосферного воздуха на микротерриториях жилой зоны города ˗ Захарченко М.П.; Грачева М.П., Чернявский A.A., Хорошавин В.А.: Chliabra SK, 2000.
4. Баштанник В. Регламентація захисту прав людини у системі права ЄС: організаційно-правовий аспект / В. Баштанник // Право України. – 2006. – № 9. – С. 56.
5. National Air Toxic Program: The Integrated Urban Strategy. Report to Congress EPA-453/R-99-007 2000. 159 p.
6. Buss J. et al. Archives of Experimental Pathology and Pharmacology, 2017, Bd. 247, № 5, S. 380—381.
7. Schuck E. A. et al. Archives of Environmental Health, 2006, v. 13, № 5. p. 570—575.
8. Environmental Health Criteria for Formaldehyde. – 1989. – Vol. 89. World Health Organization, Geneva, Switzerland. – 168 р.
9. Экология жилых и офисных помещений. Экологический навигатор. 2007. № 9, С. 58˗60.
10. Бельчинская Л.Ш, Лавлинская О.В., Ходосова Н.А. Снижение экологичекого ущерба окружающей среде щи использовании наполнителей в производстве фанеры /2009. С. 40˗42; 64.
11. Дягилев Е.Н., Сальницкая В.В. Изучение некоторых тропических и субтропических растений как фитофильтров для очистки газовоздушной среды помещений от формальдегида ˗ Новосибирск. 2001. С. 31˗33.
12. [Мала гірнича енциклопедія](https://uk.wikipedia.org/wiki/%D0%9C%D0%B0%D0%BB%D0%B0_%D0%B3%D1%96%D1%80%D0%BD%D0%B8%D1%87%D0%B0_%D0%B5%D0%BD%D1%86%D0%B8%D0%BA%D0%BB%D0%BE%D0%BF%D0%B5%D0%B4%D1%96%D1%8F) : у 3 т. / за ред. [В. С. Білецького](https://uk.wikipedia.org/wiki/%D0%91%D1%96%D0%BB%D0%B5%D1%86%D1%8C%D0%BA%D0%B8%D0%B9_%D0%92%D0%BE%D0%BB%D0%BE%D0%B4%D0%B8%D0%BC%D0%B8%D1%80_%D0%A1%D1%82%D0%B5%D1%84%D0%B0%D0%BD%D0%BE%D0%B2%D0%B8%D1%87). ˗ Д. : [Східний видавничий дім](https://uk.wikipedia.org/wiki/%D0%A1%D1%85%D1%96%D0%B4%D0%BD%D0%B8%D0%B9_%D0%B2%D0%B8%D0%B4%D0%B0%D0%B2%D0%BD%D0%B8%D1%87%D0%B8%D0%B9_%D0%B4%D1%96%D0%BC), 2004˗2013.) (m)
13. Вредные вещества в промышленности (справочник для химиков, инженеров и врачей. Изд. 7-е, пер. и доп. В трёх томах. Том I. Органические вещества. Под ред. засл. деят. науки проф. Н. В. Лазарева и докт. мед. наук Э. Н. Левиной. Л. , Химия, 1976.)(s)
14. Walker J. К — Formaldehyde. 3d ed. New York — London, Reinhold Corp., 1964.
15. Крылов О. В. — Космическая биология и медицина, 2013, т. 1, с. 6.
16. Опарин А. И. — Методы опредедения токсического действия формальдегида, 2009, № 4, с. 41.
17. Митронов О. П., Глікін М. А., Кочергін О. М., Мудрий О. П., Ставраті В. І., Зубко Л. П., Кулешов М. П., Громихаліна С. О. Спосіб одержання формальдегіду. — 2003.
18. Небесний Р. В., Івасів В. В., Жизневський В. М., Шибанов С. В. Спосіб отримання каталізатора газофазної конденсації насичених карбонових кислот з формальдегідом. — 2010.
19. Загрязнение атмосферы формальдегидом: аналитический обзор / Скубневская Г.И., Дульцова Г.Г. Новосибирск: Институт химической кинетики и горения, 2004. 69 с.
20. Toxicological Profi le for Formaldehyde. US Department of Health and Human Services. 2014, 468 p.
21. Greenbalt M. Formaldehyde Toxicology: a Review of Recent Developments // Proc. 2nd. Conf. The Role of Formaldehyde in Biological Systems. Budapest, 1987. P. 53–59.
22. IARC Monographs on the Evaluation of Carcinogenic Risks to Humans. Volume 88. Formaldehyde, 2-Butoxyethanol and 1-tert-Butoxypropan-2-ol. World Health Organization. Lyon, France, 2006. 497 p.
23. Разиньков Е.М. Загазованность формальдегидом воздуха от производства древесно-стружечных плит // Лесотехнический журнал. 2012. – № 3. – С. 30-33.
24. Экология жилых и офисных помещений. Экологический навигатор. 2007. № 9, С. 58—60.
25. Бельчинская Л.Ш, Лавлинская О.В., Ходосова Н.А. Снижение экологичекого ущерба окружающей среде щи использовании наполнителей в производстве фанеры /2009. С. 40—42; 64.
26. Дягилев Е.Н., Сальницкая В.В. Изучение некоторых тропических и субтропических растений как фитофильтров для очистки газовоздушной среды помещений от формальдегида — Новосибирск. 2001. С. 31—33.
27. Європейський комітет зі стандартизації  <https://www.cen.eu>
28. National Air Toxic Program: The Integrated Urban Strategy. Report to Congress EPA-453/R-99-007 2000. 159 p.
29. Buss J. et al. Archives of Experimental Pathology and Pharmacology, 2017, Bd. 247, № 5, S. 380—381.
30. Schuck E. A. et al. Archives of Environmental Health, 2006, v. 13, № 5. p. 570—575.
31. Environmental Health Criteria for Formaldehyde. – 1989. – Vol. 89. World Health Organization, Geneva, Switzerland. – 168 р.
32. Кіптенко Є.М. Вплив метеорологічних умов забруднення повітря у промислових містах України / Є.М. Кіптенко, Т.В. Козленко // Гідрологія,, гідрохімія і гідроекологія. −2007. – № 13. – С. 208−216.
33. Лоєва І.Д. Оцінка антропогенного навантаження на повітряний басейн м. Одеси / І.Д. Лоєва, П.Х. Грудєв, Н.М. Демчишина // Метеорология, климатология и гидрология. − 2004. − Вып. 48. − С. 279−286
34. Сніжко С.І. Урбометеорологічні аспекти забруднення атмосферного повітря великого міста: [монографія] / С.І. Сніжко, О.Г. Шевченко. – К. : Обрії, 2011. – 297 с.
35. . Беляева И.В. Анализ источников загрязнения атмосферного воздуха города Донецка формальдегидом / И.В. Беляева, С.А. Орлова, Н.А. Боробова // Экологические проблемы индустриальных мегаполисов: Сборник трудов международной научно-практической конференции. Донецк, 26–28 мая 2010 г. – С. 78–82.
36. Шевченко О.Г. Рівень забруднення атмосферного повітря міста Києва формальдегідом / О.Г. Шевченко, М.І. Кульбіда, С.І. Сніжко,, Л.С. Щербуха, Н.О. Данілова // Український гідрометеорологічний журнал. – 2014. – № 14 – С. 25 – 34.
37. Какарека С.В. Анализ и оценка источников выбросов формальдегида в атмосферный воздух на территории Беларуси / С.В. Какарека,, Ю.Г. Ашурко // Природопользование. – 2012. – Вып. 21. – С. 75–82.
38. Какарека С.В. Оценка источников и уровней поступления формальдегида в атмосферный воздух (на примере г. Гомеля) / С.В. Какарека, А.В. Мальчихина// Природные ресурсы. – 2011. – № 1. – С. 107–115.
39. Гомонай В.І. Формальдегід – головний компонент забруднення атмосфери автомобільним транспортом в містах України / В.І. Гомонай,, В.Ю. Лобко, В.С. Ходаковський // Екологічний вісник. – 2007. – № 1 (41). – С. 10–12.
40. Скубневская Г.И. Загрязнение атмосферы формальдегидом : [монография] / Г.И. Скубневская, Г.Г. Дульцева. – Новосибирск, 1994. – 70
41. Щорічник стану забруднення атмосферного повітря на території України за даними державної системи спостережень гідрометслужби за 2010 рік. – К. : ЦГО, 2011. – 68 с.
42. Possanzini M. Sources and photodecomposition of formaldehyde and acetaldehyde in Rome ambient air / M. Possanzini, V. Di Palo, A. Cecinato // Atmospheric Environment. – 2002. – Vol. 36. – Issue 19. – P. 3195–3201
43. Environmental Health Criteria for Formaldehyde. – 2017. – Vol. 89. World Health Organization, Geneva, Switzerland. – 168 р.
44. Franz A. W., Kronemayer H., Pfeiffer D., Pilz R. D., Reuss G., Disteldorf W., Gamer A. O., Hilt A. Formaldehyde (англ.) // Ullmannʼs Encyclopedia of Industrial Chemistry. — Wiley, 2016.
45. Senning A. Elsevierʼs Dictionary of Chemoetymology. — Elsevier, 2007. — P. 151.
46. Химическая энциклопедия, 2018.
47. Гигиенические нормативы ГН 2.1.5.1315—03. «Предельно допустимые концентрации (ПДК) химических веществ в воде водных объектов хозяйственно-питьевого и культурно-бытового водопользования»
48. В. Ф. Крамаренко. Токсикологическая химия. — К.: Выща шк., 2016. — 447 с. — 6 000 экз. — ISBN 5-11-000148-0.
49. Розанов В. Н. Формальдегид // Химическая энциклопедия: в 5 т. / Зефиров Н. С. (гл. ред.). — М.: Большая Российская энциклопедия, 2008. — Т. 5: Триптофан—Ятрохимия. — С. 115–116. — 783 с. — 10 000 экз.
50. Walker J. F., Коржев П. П. Формальдегид. — Научно-техническое издательство химической литературы, 1999. — 608 с
51. Вредные вещества в промышленности. Справочник для химиков, инженеров и врачей / Под. ред. Лазарев Н. В. и Левиной Э. Н. — Ленинград : Химия, 2006. — Т. 1. — С. 505-509
52. Klimkiewicz R. — Wiadomości Chemiczne, 2015, v. 31, № 12, p. 713—728.
53. Еникополян Н. С., Вольфсон С. А. Химия и технология формальдегида. М.: Химия, 1998.
54. Cornils B., Felchtinger H. — Chemiker-Zeitung, 2016, Bd. 100, № 12, S. 502—504
55. Данілін В. А., Мещеряков В. П. Гигиена труда, 1968, № 7, с. 45–46.
56. Сгибиев А. К. Гигиена труда, 1968, № 7, с. 20–25
57. Simon A. Archives of Toxicology, 1966, Bd. 21, № 5, S. 279—283
58. Noceto J. B., Lafont H. Arch, malad. profession, 1962, v. 23, № 4–5, p. 314.
59. Schuck E. A. et al. Archives of Environmental Health, 1966, v. 13, № 5. p. 570—575.
60. Buss J. et al. Archives of Experimental Pathology and Pharmacology, 1964, Bd. 247, № 5, S. 380—381.
61. Brock N. W. Biochemical Pharmacology, 1964, v. 13, № 8, p. 1137—1142.

# ДОДАТКИ

Дотаток А

Інструментальній вигляд приладу Extech VFM200

