

**Національний університет «Чернігівський колегіум»
імені Т.Г. Шевченка**

Природничо-математичний факультет
Кафедра екології, географії та природокористування

Кваліфікаційна робота
освітнього ступеня «бакалавр»

на тему

**ВПЛИВ ФАКТОРІВ НАВКОЛИШНЬОГО СЕРЕДОВИЩА НА
ЗДОРОВ'Я ВОДІЇВ**

Виконав:

студент IV курсу, групи 4.1 ХБ

спеціальності 101 Екологія

Геращенко Сергій Анатолійович

Науковий керівник:

д.б.н., професор Лукаш О.В.

Чернігів – 2025

Роботу подано до розгляду «_____» _____ 20__ року.

Студент (ка) _____ Геращенко С.А.
(підпис) (прізвище та ініціали)

Науковий керівник _____ Лукаш О.В.
(підпис) (прізвище та ініціали)

Рецензент _____

(підпис) (прізвище та ініціали)

Кваліфікаційна робота розглянута на засіданні кафедри екології,
географії та природокористування

протокол № _____ від «_____» _____ 20__ року.

Студент (ка) допускається до захисту даної роботи в екзаменаційній
комісії.

Завідувач кафедри _____ Карпенко Ю.О.
(підпис) (прізвище та ініціали)

ЗМІСТ

Вступ	4
Розділ 1. Екологічні аспекти автотранспортного комплексу у світі та Україні	7
Розділ 2. Матеріали і методи дослідження	21
Розділ 3. Вплив техногенних та погодно-кліматичних факторів на здоров'я водіїв	23
3.1. Провідні фактори, які ускладнюють працю водія.	23
3.2. Вплив забруднюючих речовин на здоров'я водіїв	31
3.3. Функціональні порушення у організмі водіїв і їх посилення під впливом факторів навколишнього середовища	36
Висновки	42
Список використаних джерел	44

ВСТУП

Проблема збереження здоров'я водіїв є актуальною для більшості країн. Робота водіїв всіх видів транспорту (від легкового автомобіля до вантажного) пов'язана з рядом специфічних обставин: тривалим перебуванням у вимушеній та незручній позі, обмеженим режимом двигуна, нерегулярним і нездоровим харчуванням, розповсюдженим палінням, психоемоційними стресами та іншими шкідливими впливами. В результаті вищевказаних особливостей умов праці частими порушеннями здоров'я водіїв є ожиріння і метаболічний синдром, артеріальна гіпертензія та інші хвороби системи кровообігу, порушення опорно-рухового апарату, виразкова хвороба шлунку, злоякісні новоутворення легень тощо.

У процесі трудової діяльності водії автотранспортних засобів піддаються дії комплексу шкідливих професійних факторів, що призводить як до підвищеного ризику виникнення розладів здоров'я, так і підвищує ризик дорожньо-транспортних пригод.

З огляду на зміни клімату, пов'язані з глобальним потеплінням, проблеми впливу тепла та його наслідки для здоров'я працюючого населення набувають все більшого інтересу.

Багато факторів стресу можуть впливати на поведінку безпечного водіння автотранспортного засобу. Стресори можуть виникати як від особистих обмежень, таких як сонливість, так і домодераторів середовища, включаючи температуру та комфорт.

Залежно від клімату та пори року кабінні автотранспортних засобів можуть стати надзвичайно гарячими або холодними мікросередовищами. Сучасні системи клімат-контролю можуть допомогти полегшити занепокоєння екстремальними температурами навколишнього середовища, але їм потрібен час, щоб повністю стабілізувати температуру в салоні. Протягом цього часу організм людини виробляє фізіологічну та психологічну реакцію на теплове середовище, що впливає на працездатність. Таким чином,

температура в салоні може стати короткочасним тепловим стресором, який може негативно вплинути на водіїв через психологічні механізми.

На придатність людини до водіння автотранспортним засобом може вплинути стан здоров'я, тимчасова хвороба, такі речовини, як алкоголь, і середовище, в якому вона працює, керує автомобілем і живе.

Несприятливі погодні та дорожні умови, наприклад, дощ, снігопад і коливання температури є значною причиною підвищеного ризику дорожньо-транспортних пригод і порушення транспортного потоку.

Погодні умови відіграють значну роль у повсякденній безпеці дорожнього руху, впливаючи на поведінку водія, характеристики автомобіля та стан дороги. Наприклад, несподіваний дощ може призвести до слизких доріг і погіршення видимості, заставши водіїв непередбаченими. Це може бути особливо небезпечно в регіоні, де переважають сухі умови, оскільки масло та сміття, які накопичилися на поверхні дороги, можуть стати надзвичайно слизкими, змішавшись із водою. Розуміння цієї динаміки має вирішальне значення для кожного, хто бере участь у дорожньо-транспортній пригоді або постраждав від неї за таких умов.

Метою роботи є з'ясування впливу техногенних та погодно-кліматичних факторів на здоров'я водіїв.

Завдання дослідження:

- висвітлити екологічні аспекти автотранспортного комплексу у світі та Україні;
- визначити провідні фактори, які ускладнюють працю водія;
- з'ясувати вплив забруднюючих речовин на здоров'я водіїв;
- встановити найпоширеніші функціональні порушення у організмі водіїв і їх посилення під впливом факторів навколишнього середовища;

Об'єктом дослідження є вплив факторів навколишнього середовища на здоров'я водіїв.

Предметом дослідження є найпоширеніші порушення функціональних станів організму водіїв під впливом факторів довкілля.

Результати роботи доповідалися на кафедрі екології, географії та природокористування, а також були представлені на міжнародній науковій конференції «One world – one health» (4-5 June 2024, Słupsk, Poland) [2].

РОЗДІЛ 1

ЕКОЛОГІЧНІ АСПЕКТИ АВТОТРАНСПОРТНОГО КОМПЛЕКСУ В УКРАЇНІ ТА СВІТІ

Питання транспорту та навколишнього середовища є парадоксальним, оскільки транспорт приносить значні соціально-економічні переваги, але водночас, транспорт впливає на екологічні системи. З одного боку, транспортна діяльність підтримує зростаючі потреби в мобільності пасажирів і вантажів, а з іншого, транспортна діяльність пов'язана з впливом на навколишнє середовище, який може мати негативні наслідки. Крім того, умови навколишнього середовища впливають на транспортні системи щодо умов експлуатації та вимог до інфраструктури, таких як будівництво та технічне обслуговування.

Транспортна діяльність, серед інших антропогенних і природних причин, прямо, опосередковано та сукупно сприяє екологічним проблемам. У деяких випадках вони можуть бути домінуючим чинником, тоді як в інших їхня роль є маргінальною і її важко встановити.

Щодо масштабу впливу, то транспортна діяльність у різних географічних масштабах сприяє екологічним проблемам, починаючи від локальних (шум і викиди чадного газу) до глобальних (зміна клімату), не забуваючи про континентальні, національні та регіональні (смог і кислотні дощі).

Останні дані показують, що світовий попит на енергію зростав швидшими за середні темпами у 2024 році, що призвело до зростання попиту на всі джерела енергії, включаючи нафту, природний газ, вугілля, відновлювані джерела енергії та ядерну енергетику. Це зростання було зумовлене енергетичним сектором, де попит на електроенергію зростав майже вдвічі швидше, ніж попит на енергію в цілому, через зростання попиту на охолодження, зростання споживання промисловістю, електрифікацію транспорту та розвиток центрів обробки даних і штучного інтелекту [30].

При цьому ця частка становить близько 28 % для країн з розвинутою економікою, наприклад Сполучені Штати Америки. Окрім цих викидів, існує унікальний вплив транспорту на навколишнє середовище, наприклад закупівля, переробка та розподіл викопного палива, а також шум, який випромінюють транспортні операції з транспортними засобами та термінали.

Хоча викиди від транспорту відрізняються залежно від регіону, у країнах, що розвиваються, вони зростають набагато швидше, ніж у Північній Америці та Європі, завдяки зростаючим доходам і збільшенню кількості автомобілів. Але хоча викиди в таких країнах, як Китай та Індія, різко зросли з початку століття, вони залишаються набагато нижчими за викиди Сполучених Штатів Америки, найбільшого забруднювача в транспортному комплексі [30].

Хоча транспортний сектор відповідає за значну та зростаючу частку глобальних викидів, що впливають на клімат, його загальний внесок не був кількісно визначений. Fuglestad J. з співавторами [19] провели комплексний аналіз забруднюючого впливу від підсекторів автомобільного транспорту, судноплавства, авіації та залізниці, використовуючи як минулі, так і перспективні перспективи. Було виявлено, що з доіндустріальних часів транспорт сприяв близько 15% загального техногенного впливу CO₂ та O₃ відповідно. Перспективний погляд показує, що поточні викиди від транспорту відповідають за 16% інтегрованого чистого впливу протягом 100 років від усіх поточних техногенних викидів. Домінуючим фактором позитивного впливу (потепління) є CO₂, а потім тропосферний O₃. За підсекторами автомобільний транспорт є найбільшим фактором потепління. Транспортний сектор також здійснює охолодження через скорочення часу життя метану та вплив атмосферних аерозолів. Судноплавство спричиняє чисте охолодження, за винятком майбутніх часових масштабів у кілька століть. Значна частина впливу від транспорту походить від викидів, не охоплених Кіотським протоколом [19].

Trancossi M. запропонував визначено модель, яка може дозволити ефективне порівняння різних видів транспорту, класифікуючи їх з точки зору знищення ексергії. У цьому випадку можна виконати ефективне порівняння, яке враховує якість використаної енергії, що дозволить провести точну політику для майбутньої більш ефективної оцінки видів транспорту. [31].

Вплив транспорту на навколишнє середовище можна зменшити шляхом зменшення ваги транспортних засобів, екологічних стилів водіння, зменшення тертя шин, заохочення електричних і гібридних транспортних засобів, покращення середовища для пішоходів і велосипедистів у містах, а також шляхом підвищення ролі громадського транспорту, особливо електричної залізниці. Для вирішення цієї проблеми в усьому світі розроблено концепцію сталого розвитку міст, яка згодом була замінена на екологічно стійку концепцію системи сталого міського транспорту. Термін «сталий транспорт» став описувати види транспорту із системами транспортного планування, які відповідають ширшим вимірам сталого розвитку. Екологічний сталий розвиток міського транспорту з точки зору цієї концепції, переважних показників, ідеальних параметрів тощо описаний у статті [12].

Уряди багатьох країн Організація економічного співробітництва та розвитку (ОЕСР), а також низки країн поза межами зони ОЕСР активно сприяють виробництву та використанню альтернативних транспортних видів палива, виготовлених із сільськогосподарської продукції. Цей звіт, спільно підготовлений ОЕСР та МЕА та спираючись на інформацію низки інших організацій, аналізує наслідки такої підтримки з різних точок зору. У звіті показано, що високий рівень політичної підтримки мало сприяє скороченню викидів парникових газів та досягненню інших політичних цілей, водночас він посилює низку факторів, що підвищують міжнародні ціни на продовольчі товари. У ньому робиться висновок, що існують альтернативи чинній політиці підтримки біопалива, які б ефективніше дозволили урядам досягати своїх цілей. [26].

Екологічні норми в розвинених країнах зменшили викиди окремих транспортних засобів. Однак це було компенсовано збільшенням кількості транспортних засобів і збільшенням використання кожного транспортного засобу [19]. Споживання енергії та викиди сильно відрізняються між видами транспорту, що змушує екологів закликати до переходу від повітряного та автомобільного транспорту до залізничного та людського транспорту та підвищення електрифікації транспорту та енергоефективності.

У Канаді є бачення сталої транспортної системи – такої, що інтегрує та знаходить правильний баланс між соціальними, економічними та екологічними цілями – керується такими принципами: 1) найвища практично можлива безпека та захист життя та майна – керуючись стандартами та правилами, що базуються на результатах діяльності, коли це необхідно; 2) ефективне переміщення людей і товарів для підтримки економічного процвітання та сталої якості життя – на основі конкурентних ринків та цілеспрямованого використання регулювання та державного фінансування; 3) повага до екологічної спадщини майбутніх поколінь канадців – керуючись процесами екологічної оцінки та планування при прийнятті рішень щодо транспорту, а також вибіркоким використанням регулювання та державного фінансування. [32].

Серед факторів погіршення якості довкілля всіх країн світу та України, зокрема, особливе місце займає саме автомобільний транспорт, який відрізняється високим ступенем мобільності та специфічністю екологічного впливу, обумовленого особливостями експлуатації. Окрім того, розвиток автомобільного транспорту супроводжується невпинною та неупорядкованою, з екологічної точки зору, розбудовою специфічної автотранспортної інфраструктури, що забезпечує його функціонування, експоненціально збільшуючи інтегральний екодеструктивний вплив на довкілля без урахування критерію природоємності, особливо на регіональному рівні.

Однією з перешкод розвитку екологічного транспорту в Україні є недостатня кількість спеціалізованих велошляхів та супутньої велоінфраструктури, замала кількість електрокарів (як легкових, так і вантажного транспорту), повільний перехід громадського транспорту до екологічно дружніх засобів пересування.

Розвиток випереджаючими темпами екологічно безпечного та сприятливого для здоров'я населення міського громадського транспорту (включаючи засоби мікромобільності, які у всьому світі та в Україні, зокрема, зараховані до міського громадського електротранспорту), стає трендом. Метою запровадження таких видів транспорту є забезпечення умов сталого існування міст. На заміну відпрацювавчим свій амортизаційний вік або втраченим внаслідок повномасштабної воєнної агресії паркам рухомого складу міськелектротранспорту, мерії більшості українських міст закуповують електробуси, тролейбуси з автономним ходом (різних модифікацій і способів підзарядки акумуляторних батарей), будують та розвивають велосипедну та пішохідну інфраструктуру тощо [7].

Існує загальна тенденція, що багаті країни мають вищі викиди на основі споживання (викиди, розподіляються на країну, де товари купуються та споживаються, а не на країну, де вони виробляються), ніж викиди на основі територій, оскільки вони зазвичай мають чистіше виробництво, відносно більше послуг та більший імпорт первинної та вторинної продукції. У 2000-х роках розрив між споживанням та виробництвом зростав у багатих країнах. Незважаючи на те, що багаті країни мали вищі викиди на основі споживання, ніж викиди на основі територій протягом останнього десятиліття, обидва типи викидів скоротилися подібними темпами. Шлях вирішення проблеми – застосування електромобілів [35]. Технологія електромобілів значно зменшує транспортні викиди CO₂ у порівнянні з електричними транспортними засобами на акумуляторних батареях з еквівалентними автомобілями з двигуном внутрішнього згорання. Ступінь,

до якої він це робить, залежить від втіленої енергії автомобіля та джерела електроенергії

Скорочення викидів парникових газів протягом життєвого циклу від електричних транспортних засобів на акумуляторних батареях є значним навіть у країнах із відносно високою часткою вугілля у структурі виробництва електроенергії, таких як Китай та Індія [35]. Протягом останнього десятиліття чотири країни-емітенти (Китай, Сполучені Штати Америки, ЄС-27+Велика Британія та Індія) забезпечили 55 відсотків загальних викидів парникових газів без урахування змін використання. Сім країн-емітентів (включаючи Японію та міжнародний транспорт) забезпечили 65%, а країни-члени G20 – 78 %. Рейтинг країн різко змінюється при розгляді викидів на душу населення (рис. 1.1).

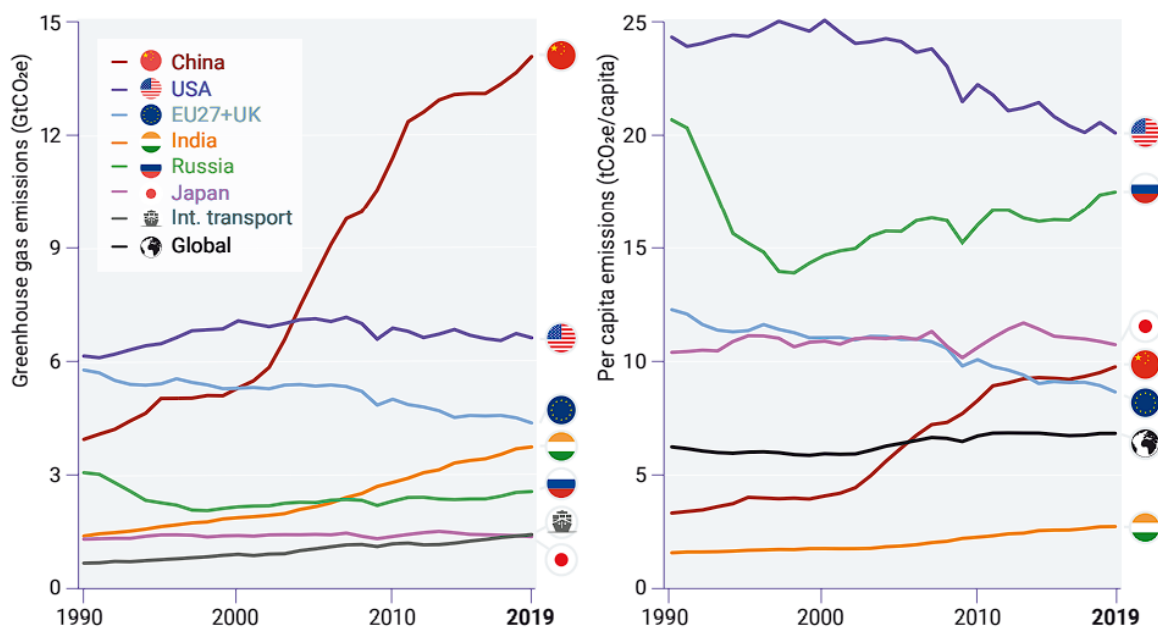


Рис. 1.1. Абсолютні викиди парникових газів шести найбільших джерел викидів (праворуч) та міжнародного транспорту (ліворуч) та викиди на душу населення шести найбільших джерел викидів та середній показник по світу (праворуч) [35].

Природний газ також використовується як транспортне паливо, але це менш перспективна технологія, оскільки він все ще є викопним паливом і все ще має значні викиди (хоча нижчі, ніж бензин, дизельне паливо тощо). На практиці існує ковзаюча шкала зеленого транспорту залежно від стійкості варіанту. Екологічні транспортні засоби є більш економними, але лише в порівнянні зі стандартними засобами, і вони все ще сприяють заторам і дорожнім аваріям. Добре підтримувані мережі громадського транспорту, засновані на традиційних дизельних автобусах, споживають менше палива на пасажирів, ніж приватні транспортні засоби, і загалом безпечніші та займають менше дорожнього простору, ніж приватні транспортні засоби [23].

Використання стисненого природного газу та водню є одним із перспективних напрямків покращення екологічності автотранспортного комплексу. Стиснений і скраплений газ в даний час широко використовується як паливо для транспортних засобів у багатьох країнах, що забезпечує значне скорочення шкідливих викидів в атмосферу.

Дослідження розробки зі створення водневих двигунів ведуться практично у всіх автомобільних компаніях світу. По суті, тільки вода виділяється автомобільними водневими двигунами. Недолік, що перешкоджає широкому впровадженню водневого палива полягає в його високій собівартості (в 4 рази більше, ніж собівартість виробництва автомобільного палива, якщо порівнювати з точки зору виробленої енергії) та необхідності створення мережі водневих АЗС. Причому широка реалізація водню призведе до збільшення його концентрації в атмосфері і призведе до руйнування озонового шару.

Обсяг токсичних викидів в атмосферу можна зменшити, встановивши гібридні силові установки в транспортні засоби (ДВС і електромотор). Недоліком гібридних силових установок (крім складності та необхідності мати спеціальне обладнання для обслуговування та ремонту) полягає в тому, що бензиновий двигун поступається місцем електродвигуну з точки зору надійності та ефективності, незважаючи на те, що він забезпечує високу

швидкість і дальність. Крім того, для підвищення надійності послуг рекомендуються стратегії прогнозного обслуговування та кризового управління на основі даних щодо ефективного та екологічно чистого електронного громадського транспорту. [18].

Нещодавно ефективність бензинового двигуна та його екологічність були покращені шляхом зміни конструкції додаткового впорскування палива у впускний колектор або безпосередньо в камеру згоряння та використання примусової індукції. Розроблено методи та конструктивні рішення регулювання робочого об'єму камери та, відповідно, ступеня стиснення. Це дозволить знизити токсичність вихлопних газів і CO_2 викиди на 25-30%.

Зараз у всьому світі визнаний взаємозв'язок між наявністю певних видів транспорту, станом довкілля та здоров'ям населення, і що це впливає на економічні показники розвитку країн. Європейські країни розраховують економічний ефект від розширення наявної вело-інфраструктури, виходячи з цього взаємозв'язку. Так доведено, що вартість одного кілометра велосипедної доріжки окупається за п'ять років завдяки покращенню здоров'я тих, хто регулярно нею користується. Підраховано, що рух автотранспорту на таких ділянках доріг скорочується на 10% , а рух велосипедів, навпаки, збільшується на 20%. Приблизно 40% громадян Європи їздять на роботу або до навчальних закладів на велосипедах, заощаджуючи в державному бюджеті близько 235 мільйонів євро на рік на медичних та інших витратах, пов'язаних, зокрема, із заторами на дорогах [15].

Загальноєвропейська програма «Транспорт, здоров'я та довкілля» (THE PER) – це перша та єдина міжнародна програма, розроблена для інтеграції екологічних та медичних аспектів у політику транспорту, мобільності та міського планування. Заснована у 2002 році та спільно обслуговувана Європейським бюро ВООЗ та Європейською економічною комісією Організації Об'єднаних Націй (ЄЕК ООН), PER надає унікальну міжгалузеву політичну платформу для держав-членів та інших зацікавлених сторін, що

діють у панєвропейському регіоні, для співпраці, розробки спільних політичних підходів та роботи над досягненням здорового, зеленого та сталого транспорту та мобільності. Панєвропейський регіон складається з 56 держав-членів ЄЕК ООН та включає всі 53 держави-члени Європейського регіону ВООЗ. РЕР рівноправно залучає три сектори: транспорт, охорону здоров'я та навколишнє середовище [33].

Загальноєвропейська програма з транспорту, охорони навколишнього середовища та здоров'я стала основою для просування принципів здорової мобільності населення, а також запровадження особливих транспортних стратегій, що враховують питання екології та охорони здоров'я, підходів до впровадження сталого та безпечного для здоров'я людей транспорту по всій Європі. Її стали називати генеральним планом популяризації велотранспорту. Одночасно було проголошено 5 пріоритетних напрямків розвитку екологічних видів транспорту [33].

1. Сприяти стійкому економічному розвитку сприятливого для довкілля та здоров'я людей транспорту шляхом інвестування у безпечний для здоров'я транспорт та створення безпечної, екологічної та сприятливої для здоров'я транспортної інфраструктури, яка, крім іншого, має підвищений потенціал створення нових робочих місць. Крім того, інвестиції спрямовуються на розвиток ефективних інтермодальних транспортних зв'язків, на реалізацію заходів щодо підвищення безпеки на автомобільному транспорті, створення інфраструктури для активного та екологічно «дружнього» (зеленого) транспорту.

2. Забезпечувати екологічну стійку мобільність та сприяти розвитку більш ефективних транспортних систем шляхом впровадження схем управління мобільністю для бізнесу, освіти, дозвілля шляхом покращення координації між землекористуванням та транспортним плануванням. Заохочувати підприємства до використання інформаційних технологій на транспорті.

3. Знижувати викиди парникових газів та атмосферних забруднювачів транспортного походження, знижувати рівні транспортного шуму шляхом зміни структури автомобільного парку за рахунок ширшого використання автомобілів з низькими та нульовими викидами, заохочення зсуву у бік використання більш чистих видів транспорту та прискорення розвитку електромобільності.

4. Сприяти впровадженню стратегій, спрямованих на забезпечення здорового та безпечного транспортного сполучення шляхом пристосування міських територій для безпечної та фізично активної мобільності, включаючи розширення інфраструктури для пішохідного та велосипедного руху, використання ефективного та доступного громадського транспорту, приділяючи, зокрема, увагу найбільш незахищеним групам населення – дітям та особам з обмеженою мобільністю.

5. Інтегрувати цілі в галузі транспорту, охорони здоров'я та навколишнього середовища у політику міського розвитку та територіально-просторового планування шляхом розвитку інтегрованого міського та просторового планування з метою зниження впливу транспорту на здоров'я, довкілля та землекористування, підвищити енергоефективність транспорту, особливо це стосується міського електричного транспорту, підтримати «зелені» та сприятливі для здоров'я населення мобільність та транспорт.

Варто звернути увагу, що на шляху до екологізації транспортного комплексу міст в різних країнах світу стає багато перешкод, а саме:

1. Фізична інертність населення. Тобто спостерігається недолік фізичної активності громадян через високий рівень використання автомобільного транспорту, що є фактором ризику виникнення серцево-судинних захворювань, діабету другого типу, гіпертонії, деяких форм раку, депресії та ожиріння.

2. Вплив високих рівнів шуму може бути причиною гіпертонії та ішемічної хвороби серця, порушень сну та /або ваги.

3. Найбільша частка споживання енергії на транспорті припадає на вуглеводне паливо, яке є основним джерелом викидів в атмосферу та глобально впливає на зміну клімату. Підвищений вміст в атмосфері твердих частинок, свинцю, діоксиду сірки, оксидів азоту, діоксиду вуглецю та ін. призводять до астми, серцево-судинних та респіраторних захворювань, викликають алергію, знижують легеневу функцію і можуть вплинути на тривалість життя.

4. Забруднення води та ґрунту через засолення водойм внаслідок зимового утримання автошляхів, забруднення від миття машин, продуктів зношування шин, гальмівних накладок та інших небезпечних частин транспортних засобів, що потрапляють у довкілля, негативно впливають на здоров'я людей.

5. Будівництво великої кількості доріг (автошляхів та рейкових) є причиною порушення природних ландшафтів, фрагментації житлових територій, впливає на водні режими більшості водних об'єктів, завдає шкоди екологічно-чутливим зонам, причому зміни торкаються не лише міських територій, а й впливають на весь навколишній світ.

6. Смерті та поранення внаслідок численних дорожньо-транспортних пригод та їх соціально-психологічний вплив на населення неможливо недооцінювати. ДТП є однією з основних причин смертей серед дітей та молоді. Вони також є причиною посттравматичного стресу і викликають страх подальшого потрапляння в ДТП.

Питання подальшої екологізації транспортної системи міст України є дуже актуальним. Тому з'являється необхідність розробки сталого системно-орієнтованого підходу, який можна було б застосовувати при розробці документів державного планування у контексті оцінювання фактичного та прогнозування перспективного впливу, що спричиняється на довкілля розвитком системи автомобільного транспорту та супутньої йому інфраструктури у вигляді автотранспортного комплексу [1].

Автотранспортний комплекс, являючись суттєвим джерелом екодеструктивного впливу на регіональному рівні, є складною багатовекторною системою, формування якої у контексті стратегічного розвитку регіонів держави відбувається часто безсистемно та некеровано.

Провадження сталого розвитку автотранспортного комплексу в світі в цілому та в Україні зокрема, як складової його загального розвитку, повинно здійснюватися шляхом забезпечення охорони довкілля, безпеки життєдіяльності населення та охорони його здоров'я, інтегруючи екологічні вимоги під час розроблення та запровадження документів державного планування, спираючись на принципи, що засновані на парадигмі біосферної сумісності [8].

Желновач Г. М., Внукова Н. В. [6, с. 60] вважають, що «провадження сталого розвитку автотранспортного комплексу регіону, як складової його загального розвитку, слід здійснювати шляхом забезпечення охорони довкілля, безпеки життєдіяльності населення та охорони його здоров'я, інтегруючи екологічні вимоги під час розроблення та затвердження документів державного планування, спираючись на принципи, що засновані на парадигмі біосферної сумісності» (рис. 1.2).

Ці ж автори [6, с. 63–65] виокремлюють стратегічні підходи щодо забезпечення екологічно збалансованого розвитку автотранспортного комплексу у контексті практично орієнтованої розробки документів державного планування на всіх рівнях:

1. Вдосконалення нормативно-правової бази для забезпечення екологічної безпеки (сталого розвитку) автотранспортного комплексу як відкритої системи.

2. Створення екологічно безпечних конструкцій складових автотранспортного комплексу, експлуатаційних, конструкційних, будівельних матеріалів, технологій та їх виробництва.

3. Розробка ресурсозберігаючих технологій захисту довкілля.

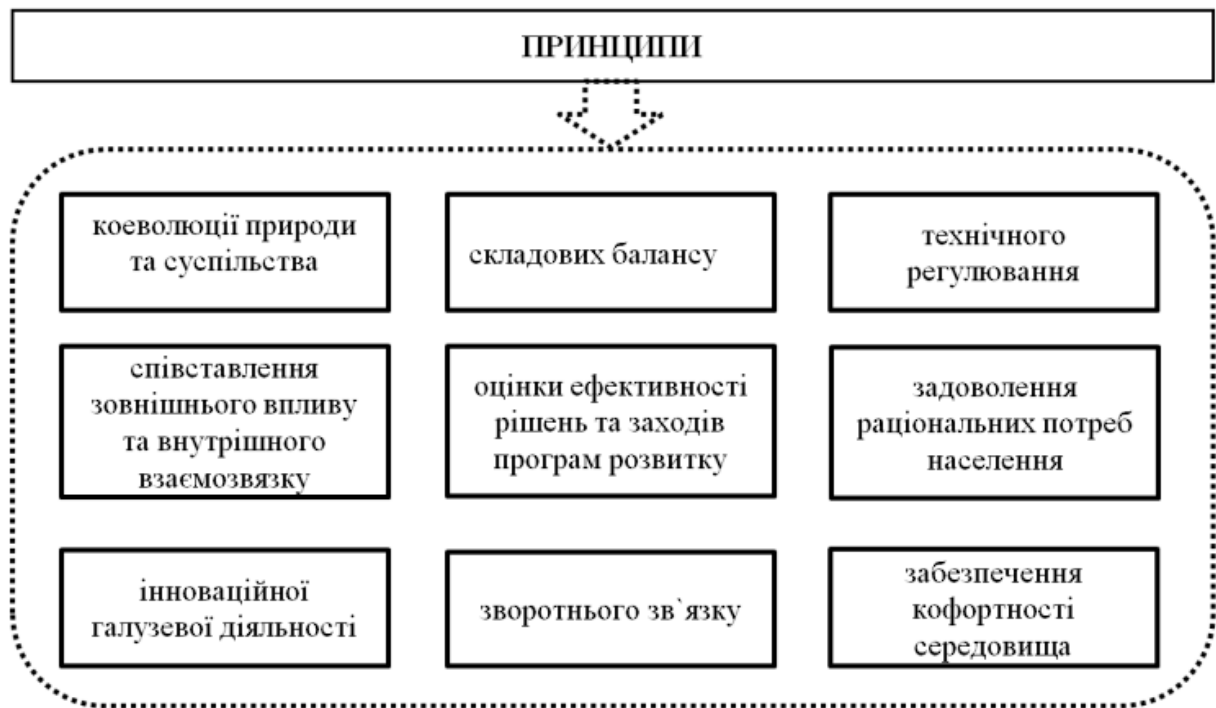


Рис. 1.2. Принципи управління екологічною безпекою автотранспортного комплексу [6].

4. Розробка алгоритмів та технічних засобів моніторингу довкілля на об'єктах автотранспортного комплексу та територіях, що до них прилягають, методів підрахунку допустимої кількості об'єктів автотранспортного комплексу на певній території з урахуванням потенціалу стійкості природного середовища та соціального попиту.

5. Вдосконалення системи управління природоохоронною діяльністю на транспорті.

Незважаючи на численні дослідження, проведені в різних країнах, і численні національні програми, спрямовані на зменшення впливу автотранспорту на біосферу, автотранспортний комплекс залишається одним із найактуальніших факторів забруднення навколишнього середовища, особливо в містах.

Зростання пасажирської та вантажної мобільності розширило роль транспорту як джерела викидів забруднюючих речовин на здоров'я водіїв. Вплив забруднення повітря є одним з провідних факторів ризику та суттєво

сприяє захворюваності та передчасній смертності. В оглядовій статті Sanjoy M. [28]. досліджено вплив основних забруднювачів повітря (тобто твердих частинок, діоксиду сірки, оксидів азоту, монооксиду вуглецю) та його зв'язок з респіраторними, серцево-судинними, репродуктивними та генотоксичними несприятливими наслідками для здоров'я, які можуть спричинити пошкодження ДНК, що призводить до генетичних мутацій. У дослідженні наголошується на тому, як краще розуміння взаємозв'язків між джерелом і рецептором та методологій оцінки впливу може сприяти ефективному плануванню управління якістю повітря. Отже, існує потреба в розширенні різних показників впливу (просторове моделювання, персональний/територіальний моніторинг, з акцентом на вимірюваннях на центральних/сільських ділянках тощо) для створення надійних сурогатів для прийняття обґрунтованих рішень. Критичними факторами антропогенного втручання у забруднення повітря залишаються урбанізація, зростання використання транспортних засобів та індустріалізація. Це вимагає інноваційних підходів, таких як енергоефективні та технологічно стійкі рішення для поступової заміни традиційного викопного палива з первинного енергетичного балансу відновлюваною енергією. Це є ключем до вирішення майбутніх енергетичних проблем та мінімізації викидів забруднювачів повітря.

Отже, в Україні, як інших державах, існує нагальна потреба у розробці ефективної державної політики з поетапними заходами щодо пом'якшення наслідків для зменшення негативного впливу забруднення повітря автомобільним транспортом на здоров'я людини, зокрема водіїв.

РОЗДІЛ 2

МАТЕРІАЛИ І МЕТОДИ ДОСЛІДЖЕННЯ

Матеріали зібрані під час анкетного опитування водіїв автотранспортних підприємств міста Чернігова на предмет визначення факторів навколишнього середовища, які негативно впливають на їх психо-емоційне здоро'я. Було проаналізовано результати опитування 100 респондентів. Вік опитуваних водіїв коливався від 31 до 62 років, а тривалість роботи водієм коливалася від 3 до 38 років.

Оцінка респіраторної захворюваності серед водіїв було проведено у м. Чернігові у період з вересня 2024 по квітень 2025 р. серед водіїв з використанням методу опитування. Опитування було проведено серед 100 водіїв з використанням анкети, розробленої на основі анкети Pulmonary ATS-DLD-78-A [27] з такими варіантами відповідей: так, ні, постійно відсутній. Оцінку функції легень проводили за допомогою портативного спірометра.

Запитання 1. - Задишка

А. Якщо ви не можете ходити через стан, відмінний від захворювання серця або легень, будь ласка, опишіть його та перейдіть до питання 2.

В. Чи турбує вас задишка, коли ви поспішаєте по рівній поверхні або піднімаєтеся на невеликий пагорб?

С. Чи вам доводиться ходити повільніше, ніж людям вашого віку по рівній поверхні, через задишку?

Д. Чи вам коли-небудь доводиться зупинятися, щоб перевести подих, коли ви йдете у своєму власному темпі по рівній поверхні?

Е. Чи вам коли-небудь доводиться зупинятися, щоб перевести подих, пройшовши приблизно 100 м (або через кілька хвилин) по рівній поверхні?

Запитання 2. Куріння

А. Чи курите ви зараз сигарети (станом на 1 місяць тому)?

В. Чи курите ви зараз електронні сигарети?

С. Чи курите ви зараз IQOS (станом на 1 місяць тому)?

Запитання 3. – Кисень

А. Чи використовуєте ви коли-небудь кисневу терапію вдома?

Якщо відповідь «Так», то коли ви її використовуєте?

Запитання 4. Ліки для дихання

А. Інгалятори («Пуфери»). Чи приймали ви будь-які інгалятори, «пуфери» або інгаляційні кортикостероїди протягом останніх 3 днів для дихання (наприклад, альбутерол тощо).

Якщо відповідь «Так», у полі нижче напишіть назву ліків, день останнього прийому ліків, включаючи час останнього прийому. Якщо хтось приймає два або більше з цих ліків, але приймав лише один з них протягом останніх трьох днів, потрібно ввести лише цей препарат.

В. Таблетки. Чи приймали ви якісь таблетки від дихання протягом останніх 3 днів?

Якщо відповідь «Так», у полі нижче напишіть назву ліків, день останнього прийому ліків, включаючи час останнього прийому. Якщо хтось приймає два або більше з цих ліків, але приймав лише один з них протягом останніх трьох днів, потрібно ввести лише цей препарат.

Для аналізу респіраторних захворювань проводилося визначення захворювання за наявністю комбінації симптомів. Хронічні респіраторні симптоми визначалися як наявність хронічного кашлю, хронічного мокротиння та хрипів. Хронічний бронхіт визначався як наявність кашлю тривалістю більше 1 року разом з епізодами кашлю та мокротиння, що тривають 3 тижні або більше щороку. Бронхіальна астма визначалася як захворювання, що складається з комплексу симптомів; основними симптомами, що враховувалися для діагностики астми, була наявність тріади симптомів – кашлю, хрипів та задишки у будь-якої особи в досліджуваній групі.

Для з'ясування впливу погодно-кліматичних умов на функціональні показники серцево-судинної системи застосовано аналіз результатів медичного огляду водіїв перед відправкою у рейс за різних погодних умов.

РОЗДІЛ 3

ВПЛИВ ТЕХНОГЕННИХ ТА ПОГОДНО-КЛІМАТИЧНИХ ФАКТОРІВ НА ЗДОРОВ'Я ВОДІЇВ

3.1. Провідні фактори, які ускладнюють працю водія.

Будь-який організм в середовищі існування піддається одночасному впливу найрізноманітніших умов навколишнього середовища. Найбільш поширеною серед працівників автотранспорту, є професія водія автомобіля, який керує легковим чи вантажним автотранспортом, перевозить людей і різноманітні вантажі [3].

На водія автомобіля впливає комплекс негативних факторів. Зокрема: шкідливі токсичні речовини і запиленість повітря, шум, вібрація, умови мікроклімату повітря у кабіні, вимушена робоча поза, гіподинамія, психо-емоційне напруження. Робота водія проходить на відкритому повітрі і пов'язана з впливом на нього метеорологічних факторів, що залежать від кліматичної зони, пори року, умов погоди.

Результати дослідження Useche S. A. [36.] свідчать про те, що стресові умови праці пов'язані з наслідками для здоров'я та способу життя серед професійних водіїв, та що для зниження небезпечних умов праці, рівня стресу на робочому місці та їх негативного впливу на здоров'я цієї професійної групи необхідні втручання, засновані на доказах/

Психо-емоційне здоров'я водіїв є важливим аспектом безпеки дорожнього руху та загального благополуччя водіїв. Різноманітні фактори можуть впливати на психоемоційний стан людей, які щоденно керують транспортними засобами, серед яких погодні та кліматичні умови відіграють значну роль. Дослідження показують, що зміни погоди, такі як висока температура, сильний дощ, туман або сніг, можуть не тільки впливати на фізичні характеристики водіння, але й суттєво погіршувати психологічний стан водіїв. Тому важливим є з'ясування природно-кліматичних факторів, які негативно впливають на психо-емоційне здоров'я водіїв.

На відміну від промислового підприємства на результати діяльності АТП багато в чому впливають зовнішні чинники (стан доріг, кліматичні умови, інтенсивність руху транспорту на протязі маршруту тощо), з-за яких можливі зміни у видах і обсягах робіт водіїв [5].

Серед несприятливих виробничих факторів, що ускладнюють діяльність водіїв, на думку 82% респондентів, важливе місце займають погодно-кліматичні умови (рис. 3.1).. Це підтверджують і наукові дані: температура зовнішнього повітря в теплий період може досягати $+35^{\circ}\text{C}$, а в холодний -30°C , також характерні пилові бурі, дощі, дорожнє покриття або його відсутність [10].



Рис. 3.1 Несприятливі фактори, що ускладнюють діяльність водіїв.

Систематичне вплив комплексу шкідливих факторів виробничого середовища і трудового процесу значно прискорюють професійну непридатність водійського персоналу і завдають істотної шкоди здоров'ю водіїв, що робить актуальною проблему вивчення стану умов праці цієї професійної групи.

Для ослаблення впливу високої зовнішньої температури повітря необхідно передбачати наявність сонцезахисних екранів, тонування скла, фарбування зовнішніх і внутрішніх поверхонь огорожень автомобілів світлими тонами і т. д. [10]:

1) з метою зниження забруднення повітряного середовища кабін автомобілів, необхідно забезпечення максимальної герметизації кабін, установка фільтрів очищення повітря, організація і проведення своєчасного контролю за технічним станом автотранспорту з метою регулювання паливної системи, газифікації транспорту, під час експлуатації транспорту – о забезпечення оптимальних режимів роботи двигуна;

2) підтримання у справному стані системи регулювання параметрів водійського крісла у відповідності з антропометричними даними і амортизаторів. Покриття сидіння повинно бути виконано з паро- і повітропроникних матеріалів;

3) впровадження заходів, спрямованих на зниження нервово-емоційного напруження та втоми;

4) організація раціональних режимів праці і відпочинку;

5) проведення щозмінних передрейсових та післярейсових медичних оглядів;

6) організація раціонального харчування та питного режиму водіїв, спрямованого на нормалізацію теплообміну організму і підвищення працездатності.

Транспортна безпека в найбільшій мірі залежить від наявності та характеру опадів, які визначають дальність видимості, погіршують зчіпні якості шин із дорожнім покриттям. До зимових доріг належать сезонні дороги, покриті снігом і льодом. За тривалістю експлуатації їх поділяють: на регулярні, що поновлюють кожену зиму; тимчасові, що використовуються протягом одного або двох зимових сезонів; разового користування, службові для однократного пропуску транспорту. Зимові автодороги прокладають на суші або по льоду річок, озер. Стан ґрунту є важливою умовою

функціонування не тільки зимових, але й регулярних доріг, що діють цілорічно.

У весняний період ґрунтове дорожнє земляне полотно перезволожується і його міцність знижується. Розріджений ґрунт дає слабкий опір на навантаження, що діє від коліс автомобіля на дорожнє покриття. Під їх впливом дорожнє полотно прогинається, а після зняття навантаження повертається до свого попереднього положення. Цей час є найбільш несприятливим для експлуатації, дорога виконує свої функції в основному за рахунок дорожнього покриття й піддається руйнації.

Слизькі дороги є, згідно зі статистикою, однією з головних причин ДТП і катастроф. Так вважає 59% опитаних водіїв. Висота й стан сніжного покриву на дорозі також створюють небезпеку для транспорту. Наявність снігу на проїзній частині висотою –5 см вже викликає необхідність для зниження швидкості руху автомобілів. Основні труднощі, що виникають під час дощу: підвищення слизькості дороги, розм'якшування узбіччя, погіршення видимості.

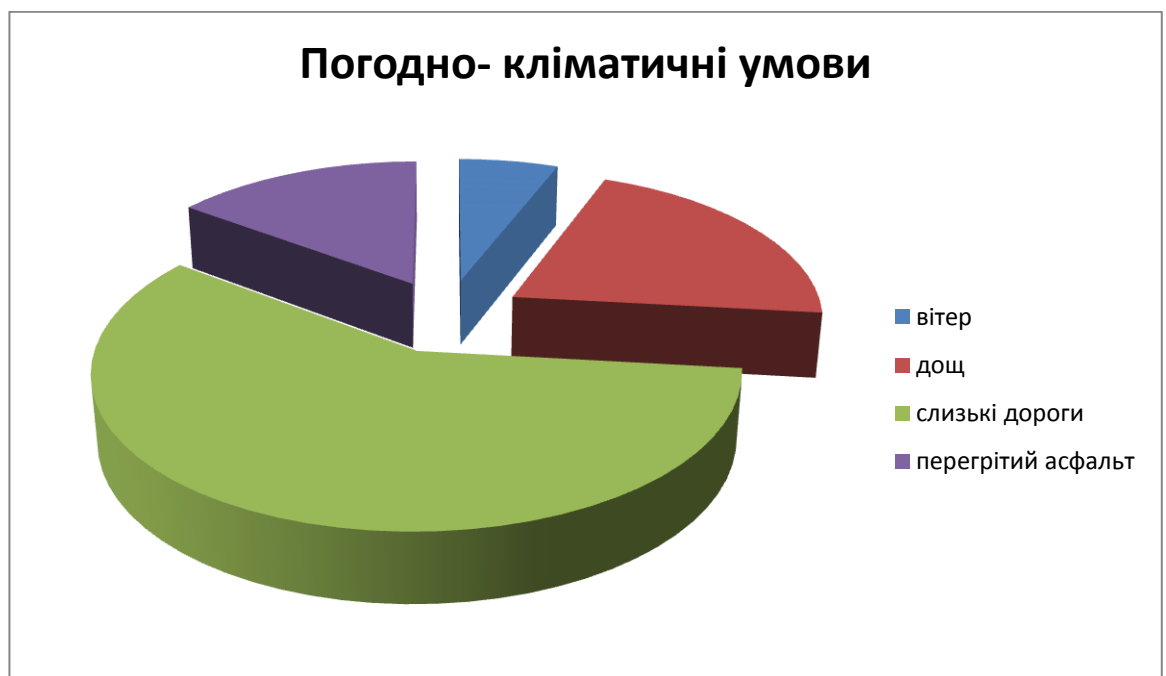


Рис. 3.2. Головні причини ДТП і катастроф (на думку опитаних водіїв).

З опитаних 26% респондентів вважає, що дощ є однією з головних причин ДТП. Адже водіям у дощ доводиться включати склоочисники, які не завжди справляються з потоками води, що заливають лобове скло, це заважає безпечному руху. До того ж під час дощу численні відображення в калюжках фар та ліхтарів дезорієнтують водіїв і пішоходів. В умовах мокрого й слизького дорожнього покриття зупиночний шлях збільшується в 4-5 разів [10]. На брудній або вологій поверхні дороги утворюється плівка, яка є змащувальним прошарком між шиною та покриттям дороги. До того ж бруд і калюжі можуть приховувати вибоїни в асфальті та відкриті люки каналізації.

Особливо небезпечні перші краплі дощу [4; 9]. Вони змішуються з пилом на дорозі, і ця грязьова суміш діє як мастило. Через це, зчеплення коліс із дорогою різко зменшується, а гальмівний шлях різко збільшується. На такій дорозі не слід різко збільшувати швидкість або гальмувати, різко повертати кермо, так як колеса можуть втратити зчеплення з дорожнім покриттям. Це призводить до заносу, транспортний засіб стає не керованим. Заноси мотоцикла або велосипеда часто закінчуються падінням.

Для 78% респондентів дорога стає особливо небезпечною під час першого снігопаду (рис. 3.3.), коли на проїзній частині з'являється ущільнений утрамбований сніг і перший лід. У цей час різко збільшується кількість ДТП, тому що водії та пішоходи ще не встигли пристосуватися до даних умов руху.

Особливу небезпеку для всіх видів транспорту створює туман. За сильного туману створюється майже повна відсутність видимості, у результаті чого швидкість руху транспортних засобів повинна бути різко знижена. Туман, як і темний час доби, крім погіршення загальної видимості на дорозі, істотно знижує справжні відстані й швидкість руху транспорту. Так дистанція до зустрічного автомобіля в тумані завжди здається більшою, а швидкість меншою, ніж насправді. При тривалій поїздки в тумані втомлюються очі, знижується гострота зору. Його підступність виявляється й

в тому, що він здатний змінювати кольори (окрім червоного). Так жовтий сигнал світлофора здається червоним, а зелений – жовтим.

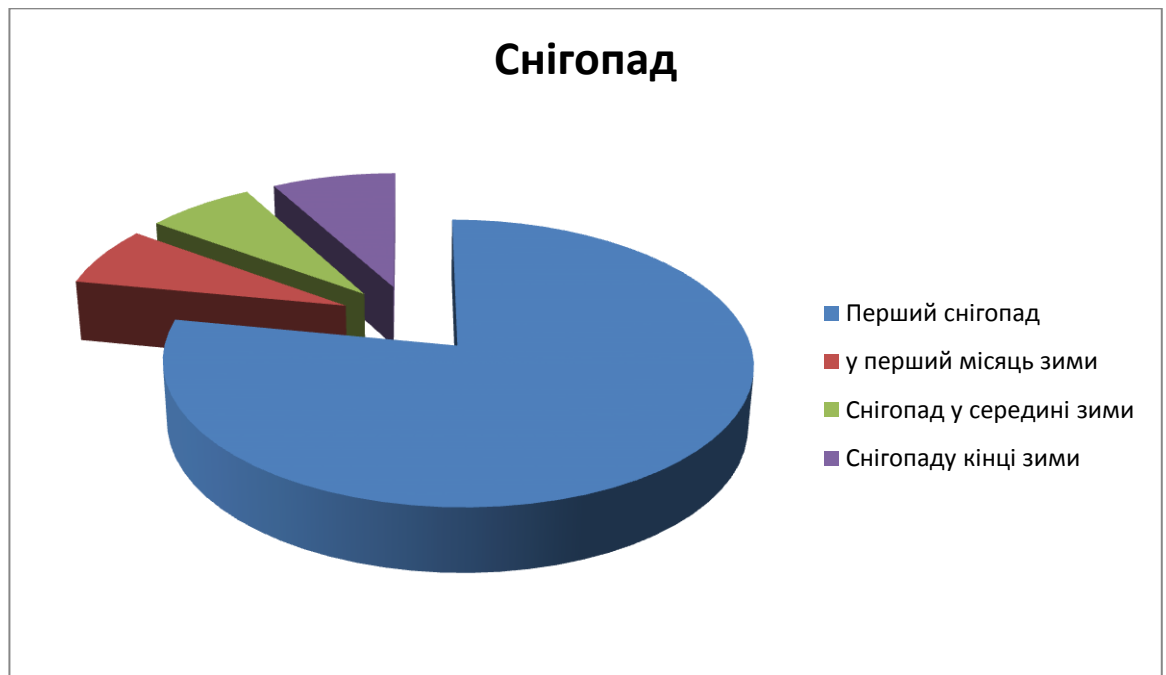


Рис. 3.3. Найбільш небезпечність дороги під час снігопаду (на думку опитаних водіїв).

Значно погіршуються умови видимості під час снігопаду, і при проливному дощу і, особливо, у тумані. Пелена туману може бути настільки густою, що навіть з увімкненими фарами нічого не можна розрізнити водіям на відстані 3–5 м . [Державне]. Водіям завжди треба вибирати помірну швидкість руху, з урахуванням погодних умов. Чим густіший туман – тим більша дистанція. Автомобіль, габаритні вогні якого проглядаються попереду в тумані, може не рухатися, а стояти на місці. При русі в тумані завжди треба бути готовим зупинити транспортний засіб, не виїжджати на середину дороги, триматися якомога ближче до краю проїзної частини, уникати перестроювання, випередження та обгону. Такі дії в тумані небезпечні подвійно, тому перед зміною смуги руху, а також перед поворотом або розворотом у густому тумані необхідно подати звуковий сигнал. Якщо туман

згустився настільки, що видимість стала меншою 10 м, то треба зробити зупинку й перечекати.

Статистика ДТП багатьох країн показує, що в темний час доби різко підвищується небезпека руху. Незважаючи на те, що інтенсивність руху в цей період у 6–8 разів нижча, ніж у світлий час, частина ДТП складає 40–60 % від їх загальної кількості (рис. 3.4). Із настанням темряви погіршується видимість дороги та розташованих на ній об'єктів. Фари автомобіля висвітлюють лише обмежену ділянку дороги, причому об'єкти з'являються в освітленій зоні раптово, для розпізнання їх потрібно більше часу, ніж удень. Час реакції водія вночі збільшується в середньому у 2 рази.

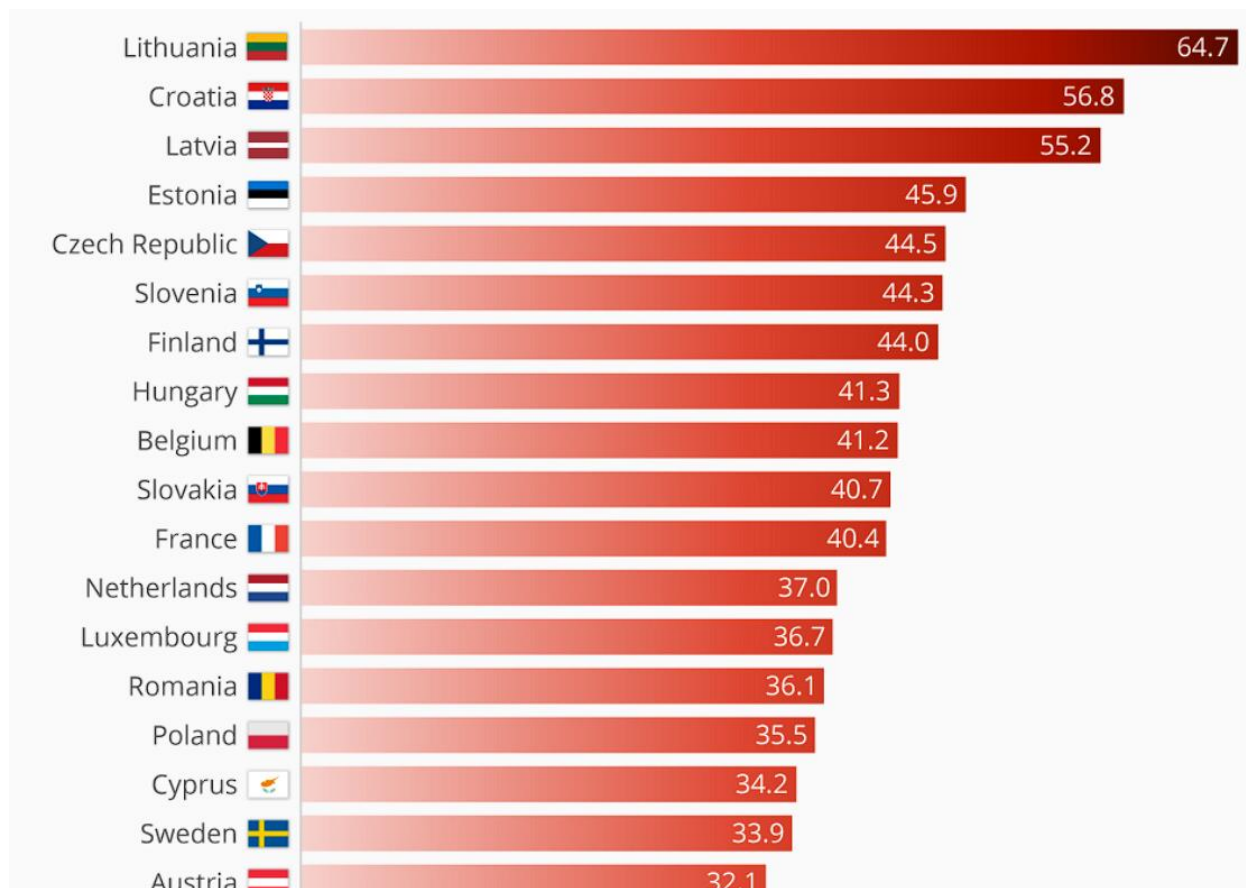


Рис. 3.4. Статистика небезпеки руху в темний час доби [25].

Складність нічного водіння пов'язана як з особливостями зору людини, так і недостатнім освітленням дороги фарами. Тому для роботи в нічний час повинна бути зроблена підготовка автомобіля: перевірка світлових, сигнальних приладів, їх необхідне розміщення. Потрібно знати майбутній

маршрут руху (особливості дороги, мостів, пунктів перевезення і т.д.). У темний час та в умовах недостатньої видимості водій більшу частину часу перебуває в стані підвищеної емоційної напруженості, тому він набагато швидше. У 2023 році внаслідок дорожньо-транспортних пригод по всьому ЄС загинуло 20 400 людей, що на 1% менше, ніж у попередньому році, при цьому на мільйон жителів припадало 46 смертей на дорогах. Хоча довгострокова тенденція показує скорочення на 10% порівняно з 2019 роком, поточні темпи зниження не відповідають необхідним 4,5% щорічним скороченням, необхідним для досягнення мети ЄС щодо скорочення вдвічі смертності на дорогах до 2030 року [16].

Прогрес продовжує бути дуже нерівномірним між державами-членами: у 2023 році Чехія, Кіпр, Польща, Румунія та Фінляндія зафіксували найнижчі показники з початку сучасних записів. Польща повідомила про скорочення кількості смертельних випадків на 35% між 2019 і 2023 роками, тоді як Ірландія повідомила про зростання на 31%. Однак загальний рівень смертності на дорогах на душу населення в Польщі залишається вищим за середній показник по ЄС, тоді як в Ірландії він нижчий; і загальний рейтинг показників смертності країн суттєво не змінився, причому найбезпечніші дороги у Швеції (22 смерті на мільйон жителів) та Данії (26/мільйон), тоді як Болгарія (82/мільйон) та Румунія (81/мільйон) повідомили про найвищі показники смертності у 2023 році. Це втомлюється, ніж у світлий час [16].

На думку респондентів, несприятливими факторами для роботи водіїв є і те, що у спекотні літні місяці температура на робочих місцях водіїв перевищує оптимальні величини на 15–20°C, а в холодний період середня температура в кабіні є нижчою на 10–12°C. Ці чинники чинники безпосередньо і опосередковано впливають на стан ЦНС, серцево-судинної системи та терморегуляторної функції організму та, у кінцевому підсумку, призводять до втоми й перевтоми. Вони посилюються іншими факторами: мешкання в екологічно забруднених районах (вважає 22% респондентів),

шкідливі звички (34%) та неможливість рекреаційної діяльності в безпечних умовах довкілля (44%).

Отже, праця водія характеризується впливом комплексу несприятливих виробничих факторів, у т.ч. погодні умови. Високі температури негативно впливають на психо-емоційне здоров'я водіїв, зокрема погіршують настрій, тоді як психічні розлади, як правило, посилюються під час спеки. Зимові екстремальні погодні явища, насамперед снігопад, ожеледиця, також можуть спричинити психологічний стрес і потенційно призвести до посттравматичного стресового розладу, депресії водіїв.

3.2. Вплив забруднюючих речовин на здоров'я водіїв

Вплив зростаючого забруднення повітря на здоров'я людини та навколишнє середовище є серйозною проблемою в усьому світі. Вплив забруднення повітря є одним з провідних факторів ризику та суттєво сприяє захворюваності та передчасній смертності. Ця оглядова стаття має на меті дослідити вплив основних забруднювачів повітря (тобто твердих частинок, діоксиду сірки, оксидів азоту, монооксиду вуглецю) та його зв'язок з респіраторними, серцево-судинними, репродуктивними та генотоксичними несприятливими наслідками для здоров'я, які можуть спричинити пошкодження ДНК, що призводить до генетичних мутацій. У дослідженні наголошується на тому, як краще розуміння взаємозв'язків між джерелом і рецептором та методологій оцінки впливу може сприяти ефективному плануванню управління якістю повітря. Отже, існує потреба в розширенні різних показників впливу (просторове моделювання, персональний/територіальний моніторинг, з акцентом на вимірюваннях на центральних/сільських ділянках тощо) для створення надійних сурогатів для прийняття обґрунтованих рішень. Критичними факторами антропогенного втручання у забруднення повітря залишаються урбанізація, зростання використання транспортних засобів та індустріалізація. Це вимагає інноваційних підходів, таких як енергоефективні та технологічно стійкі

рішення для поступової заміни традиційного викопного палива з первинного енергетичного балансу відновлюваною енергією. Це є ключем до вирішення майбутніх енергетичних проблем та мінімізації викидів забруднювачів повітря. Крім того, існує нагальна потреба у розробці ефективної державної політики з поетапними заходами щодо пом'якшення наслідків для зменшення негативного впливу забруднення повітря на здоров'я людини та навколишнє середовище [39].

Хоч загальне населення зазвичай може їздити на роботу від однієї до двох годин щодня, професійним водіям часто потрібно перебувати в такому середовищі протягом усієї зміни (зазвичай від 8 до 16 годин). Численні дослідження показують, що більш високі концентрації забруднюючих речовин, що походять від транспорту, пов'язані з низкою негативних наслідків для здоров'я водіїв, включаючи підвищення серцево-легеневої смертності, госпіталізації через серцеві та респіраторні захворювання і запалення дихальних шляхів.

Обмеження повітрообміну автотранспортних засобів шляхом закриття вікон і рециркуляції повітря в салоні обмежує надходження забруднюючих речовин на проїжджу частину та знижує концентрацію твердих частинок у автомобілі. Налаштування рециркуляційної вентиляції в транспортних засобах зменшує обмін повітря в салоні з повітрям дороги, тим самим обмежуючи швидкість проникнення забруднюючих речовин у салон і збільшуючи час перебування повітря всередині салону. Це, у свою чергу, збільшує відносну частку частинок або реактивних газоподібних забруднюючих речовин, видалених через контакт із системою вентиляції та поверхнями в салоні. Цей ефект може значно знизити концентрацію в салоні твердих часток і реактивних газоподібних забруднюючих речовин [21].

Проте рециркуляція повітря в салоні має потенційні недоліки. У нових автомобілях знижена швидкість повітрообміну може призвести до підвищення концентрації летких або напівлетких органічних сполук, таких як

фталати, які вивільняються з пластмас і тканин під впливом сонячного світла та тепла [21].

Забруднювачі надалі зазнають хімічного перетворення та сприяють забрудненню атмосфери. Зростаюча занепокоєність щодо забруднення повітря та пов'язаного з ним впливу на здоров'я та навколишнє середовище зайняла центральне місце в пріоритетних напрямках досліджень. Забруднення повітря має далекосяжні наслідки на місцевому, регіональному та глобальному рівнях залежно від часу перебування забруднювачів в атмосфері та їх фізико-хімічної динаміки. Джерела викидів, утворення вторинних забруднювачів, розсіювання забруднювачів та метеорологічні фактори є основними аспектами концентрацій забруднювачів атмосферного повітря [39].

Перебування в автомобілі не захищає водіїв від викидів ззовні. Насправді це може призвести до швидкого накопичення забруднювачів повітря в автомобілі.

Сонливість вважається потенційним ризиком дорожньо-транспортних пригод. Вплив високого рівня вуглекислого газу (CO_2) в транспортних засобах може призвести до неприємних відчуттів, втоми, сонливості або млявості у водіїв [40].

Рівень забруднювачів часто вищий всередині транспортних засобів, оскільки автомобілі вбирають викиди від навколишніх транспортних засобів і рециркулюють їх. Оскільки транспортні засоби на створені для герметичності, забруднюючі речовини потрапляють у салон автомобіля через вентиляційні та інші отвори.

Значна частина забрудненого повітря у автотранспортному засобі потрапляє ззовні під час поїздки через відкриті вікна та вентиляційні отвори.

Вихлопні гази бензину та дизеля містять низку небезпечних забруднюючих речовин, включаючи тверді частинки, леткі органічні сполуки, оксиди азоту та чадний газ. Вплив викидів транспорту на жваві

дороги з інтенсивним рухом є відомою небезпекою для здоров'я водіїв, особливо із проблемами дихання та серцевими захворюваннями [40].

Повітря, яке циркулює в салоні автотранспортного засобу, може містити забруднюючі речовини з трьох різних типів джерел: зовнішнього повітря, самого автомобіля та пасажирів.

Легкові автомобілі та вантажівки збираються із сотень різних матеріалів, включаючи пластмаси, волокна, клеї, фарби та мастильні матеріали. Багато з цих продуктів виділяють леткі органічні сполуки в повітря салону, коли автомобіль старіє, включаючи подразливі хімічні речовини та відомі канцерогени, такі як бензол і формальдегід. Хоча виділення газів цих сполук найвище, коли автомобіль новий – цей «запах нового автомобіля» – він зберігається протягом кількох років і найбільш помітний у спекотні дні.

Пари бензину, які є ще одним джерелом небезпечних летких органічних сполук, можуть потрапити в салон під час заправки.

Проблеми з вологістю через витоки або повені можуть призвести до утворення цвілі в салоні автомобіля, що може спровокувати алергічні реакції та астму у водіїв автотранспортних засобів.

Салон автобуса є важливим внутрішнім середовищем для тривалих подорожей, формальдегід (НСНО) є канцерогенним газом і погіршує якість повітря всередині салонів. Результати Qin D. з співавторами [34] показують, що за допомогою експериментального моніторингу рівень забруднення НСНО коливається від 33,6 до 142,3 мкг/м³, швидко знижується з часом, а лінія тренду ослаблення є одновимірним кубічним рівнянням. Завдяки CFD-моделюванню температура всередині салону поховального автобуса та рівень НСНО в передній та задній частинах салону вищі, ніж в інших зонах, через недостатнє постачання повітря та нераціональне розташування випускного отвору повітря. Крім того, завдяки CFD-моделюванню рівень НСНО знижується зі збільшенням висоти зони дихання та збільшенням швидкості подачі повітря, а свіже повітря призводить до поширення забруднення НСНО

з області сидінь салону в навколишню зону. За допомогою моделювання CFD було виявлено, що забруднення НСНО за швидкості вітру 3~5 м/с перевищує граничний рівень НСНО, встановлений стандартом повітря в приміщеннях для китайських транспортних засобів, що показує, що викиди НСНО з сидінь кабіни мають суттєвий вплив на забруднення повітря НСНО всередині кабін транспортних засобів [34].

Забруднення повітря спричинене твердими та рідкими частинками та певними газами, які знаходяться в повітрі. Ці частки та гази зазвичай утворюються з випарів автомобілів і вантажівок, виробничих підприємств, пилу, вулканів і лісових пожеж. Тверді та рідкі частинки, зважені в повітрі, осідають на різних рівнях дихальних шляхів, залежно від їх розміру: грубі частинки (PM10) у верхніх дихальних шляхах, а дрібні частинки (PM2.5) можуть накопичуватися в паренхімі легень, викликаючи кілька респіраторних захворювань. Окрім розміру, склад твердих частинок пов'язує з різними токсикологічними результатами клінічних та епідеміологічних досліджень, а також досліджень *in vivo* та *in vitro* на тваринах та людях. РМ можуть складатися з органічних, неорганічних та біологічних сполук. Усі ці сполуки здатні змінювати кілька біологічних активностей, включаючи зміни у виробленні цитокінів, балансі факторів згортання крові, функції легень, респіраторних симптомів та функції серця. Вони також можуть генерувати різні модифікації під час проходження через дихальні шляхи, такі як рекрутування запальних клітин, з вивільненням цитокінів та активних форм кисню [17].

Чимало досліджень підтверджують зв'язок між чоловічим безпліддям і забрудненням повітря, а також – між забрудненням повітря та підвищеною небезпекою імунної дисфункції, нейрозапалення, нервово-поведінкової гіперактивності, злочинності, непристойної поведінки, хвороби Альцгеймера та Паркінсона [29]. Встановлено, що забруднювачі повітря, пов'язані з транспортом, впливають на старіння шкіри та викликають пігментні плями на обличчі. Крім того, компоненти забруднення повітря можуть

синергетично взаємодіяти з ультрафіолетовим світлом та посилювати вплив пошкодження шкіри. Однак мало що відомо про модуляцію забруднення повітря на клітинне старіння в клітинах шкіри та про те, як це може сприяти старінню шкіри. У цьому огляді ми підсумовуємо сучасний стан знань про компоненти забруднення повітря, їхню участь у процесах клітинного старіння та старіння шкіри, а також сучасні терапевтичні та косметичні втручання, запропоновані для запобігання або пом'якшення наслідків забруднення повітря для шкіри [24].

Існує зв'язок між забрудненням повітря та подразненням очей, синдромом сухого ока, ризиком ретинопатії та несприятливими наслідками для очей [22].

Отже, забруднюючі речовини, насамперед повітряного середовища, негативно впливають на здоров'я водіїв, викликаючи респіраторні захворювання і загострення у вигляді астми та раку легенів, серцево-судинних дисфункцій, злоякісного розвитку та інших розладів здоров'я.

3.3. Функціональні порушення у організмі водіїв і їх посилення під впливом факторів навколишнього середовища

Найрозповсюдженішими нозологічними формами у водіїв є захворювання органів дихання (пневмонії, бронхіт хронічний) та серцево-судинної системи.

Під час опитування на предмет захворювання органів дихання було встановлене, що для 23% негативний ефект має вплив погодно-кліматичних факторів. Було проведено аналіз 100 анкет 67 учасників опитування. Середній вік учасників дослідження становив 48 років; вік коливався від 26 до 63 років. Усі учасники були чоловіками, і 74% з них були одружені.

З опитаних про вживання тютюнових виробів для куріння повідомило 42%. З учасників, які колись курили - 58%. Серед поточних користувачів 48% курять протягом 1–10 років, а 5% курять протягом 31–40 років. Більшість із 36% учасників дослідження повідомили про вплив пасивного куріння; 61% з

них стикалися з цим на робочому місці. 2% учасників дослідження використовували будь-які захисні одноразові маски для обличчя на робочому місці.

Респіраторні захворювання опитаних водіїв зображено в таблиці 3.1.

Таблиця 3.1.

Розподіл учасників дослідження за поширеністю захворювань дихальних шляхів

Респіраторне захворювання	Кількість людей	%
Бронхіальна астма	2	2,0
Хронічний бронхіт	41	41,0
Хронічне респіраторне захворювання (ХРЗ)	47	47,0
Хронічні респіраторні симптоми	10	10,0

З таблиці 3.1 видно, що поширеність ХРЗ серед водіїв становила 47 %, а хронічних респіраторних симптомів – 10%. Факторами, суттєво пов'язаними з хронічними респіраторними захворюваннями, були робота понад 15 годин на день та робота понад 4 дні на тиждень; для хронічного бронхіту – робота понад 15 годин на день, а для хронічних респіраторних симптомів – наявність респіраторних захворювань у сімейному та наявність респіраторних захворювань до 18 років.

Проте основна причина прояву симптомів респіраторних захворювань пов'язана з забрудненням повітря. Так, дослідження забруднення повітря, проведене водіями у Пекіні, яке порівнювало вплив забруднення від дорожнього руху серед водіїв вантажівок та офісних працівників, показало значне зниження функції легень у водіїв вантажівок порівняно з офісними працівниками [11]. Серед водіїв автобусів, які не палять, у Хайдарабаді, виявило значне зниження функції легень у водіїв з >10-річним стажем роботи з APSRTC. Хоча наше дослідження показало вищу ймовірність хронічного бронхіту та хронічного респіраторного захворювання серед водіїв з більш, ніж 10-річним стажем роботи. Високі ймовірності можуть бути пов'язані з

впливом вихлопних газів дизельних двигунів та забруднювачів повітря, пов'язаних з дорожнім рухом, що негативно впливають на здоров'я протягом багатьох років.[20].

За результатами анкетування, посилення проявів респіраторних захворювань має місце у водіїв які палять (рис. 3.5).

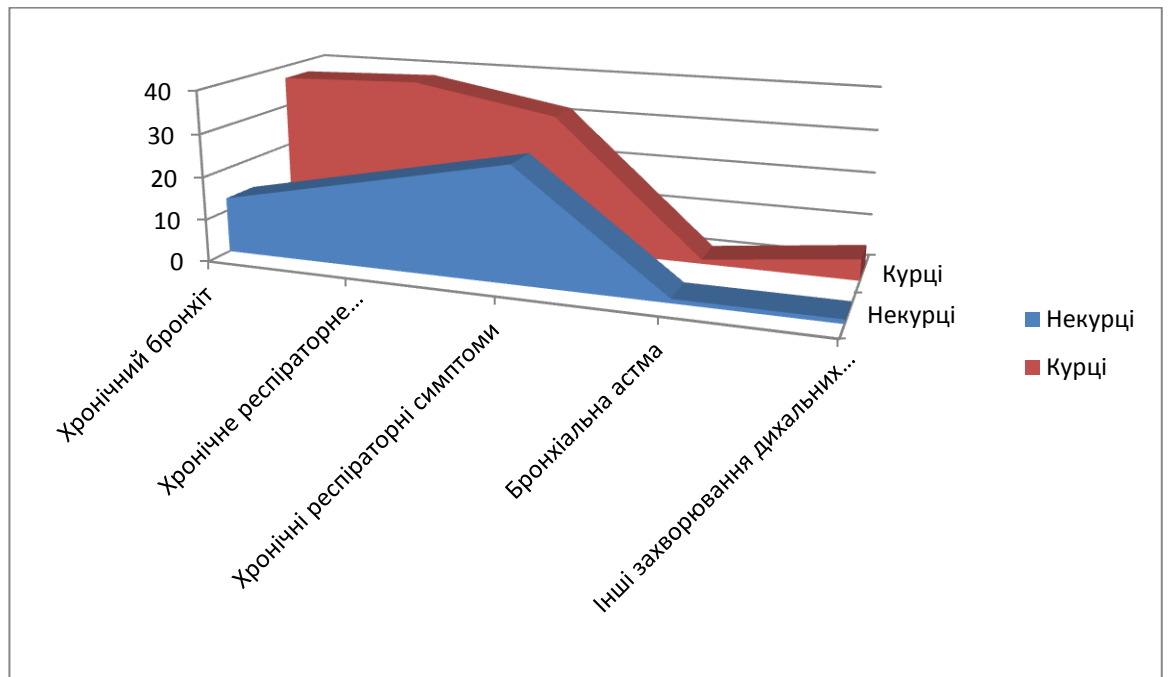


Рис. 3.5. Прояв респіраторних захворювань у водіїв, які не палять та палять.

Тривалість робочого часу розглядалася як показник тривалості впливу забруднення від транспорту. Результати опитування показали, що робота водіїв більше 14 годин/день показала в 2,7 рази більший ризик розвитку хронічного бронхіту та хронічного респіраторного захворювання відповідно, ніж ті, хто працював менше 14 годин/день, і це було визначено як незалежний фактор, пов'язаний з хронічним бронхітом та хронічними респіраторними симптомами. Робота більше 4 днів на тиждень також була пов'язана з розвитком хронічного респіраторного захворювання.

Отже, основна причина прояву симптомів респіраторних захворювань пов'язана з забрудненням повітря. Цей фактор викликає не лише хронічні

респіраторні симптоми, а й прояви хронічного бронхіту та хронічного респіраторного захворювання. За результатами анкетування встановлено, що посилення проявів респіраторних захворювань має місце у водіїв які палять.

Зі 100 оглянутих водіїв було проведено аналіз результатів огляду 33 водіїв, які не вважають себе метеозалежними, та 67 водіїв, які мають чутливість організму до змін погодних умов. У них проявляється комплекс симптомів хвороб серцево-судинної системи як реакція на зміни атмосферного тиску, температури, вологості, а також на спалахи на сонці. Третина (34 %) з них були активними курцями. Третина респондентів (32%) страждали на ожиріння. У третини метеозалежних респондентів у дні зафаксованих змін погоди спостерігався підвищений рівень тригліцеридів (31%), холестерину в крові (28%), рідше – гіпоглікемія. Проте на ці показники не впливають погодні умови. У метеозалежних водіїв мають місце прояви симптомів хвороб серцево-судинної системи – підвищений артеріальний тиск та тахікардія (рис. 3.6).

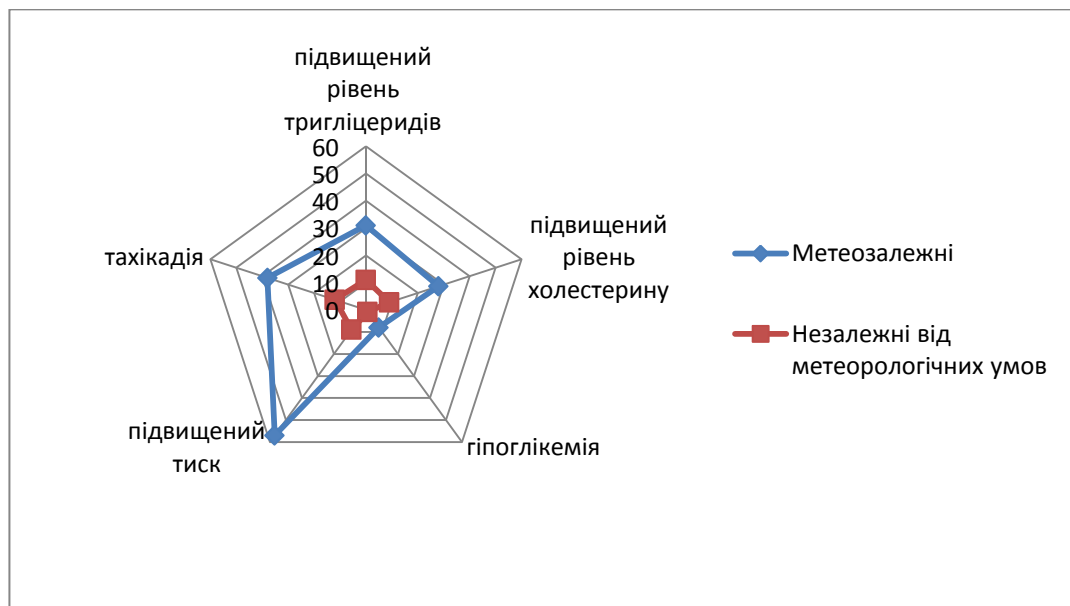


Рис. 3.6. Відхилення біохімічних показників крові та прояви симптомів хвороб серцево-судинної системи водіїв у зафаксовані дні змін погоди.

Відомо, що водії є групою ризику та цільовою групою для смертності та захворюваності від серцево-судинних захворювань, спричинених

гіпертензією. У праці Cheung C. [13] показано, що вони втричі частіше страждають на серцево-судинні захворювання, ніж інші водії. Систематичний огляд та метааналіз 26 досліджень також показали, що понад третина водіїв, які їздять на далекі відстані, мали гіпертонію. Це головним чином пов'язано зі збільшенням поширеності не діагностованої гіпертензії [38]. Це ставить їх у кластер ускладнень гіпертензії та факторів ризику серцево-судинних захворювань, таких як німий інфаркт міокарда та інсульт. Ці ускладнення стають проблемою під час керування автомобілем та спричиняють дорожньо-транспортні пригоди.

Виявленими причинами вразливості водіїв автобусів до гіпертонії є: низька задоволеність роботою, тривалий робочий час, недостатні перерви між змінами, низький рівень фізичних навантажень, емоційно агресивна поведінка на дорогах із завантаженим рухом та галаслива робоча атмосфера. Крім того, факторами є неусвідомлення ризикованої поведінки, пов'язаної з гіпертонією, такої як вживання алкоголю, куріння, регулярні висококалорійні дієти та харчування в стресових умовах.

Таким чином, висока поширеність факторів ризику серцево-судинних захворювань серед професійних водіїв, у яких виявляється метеозалежність, може призвести до розвитку серцево-судинних захворювань та збільшення їх захворюваності, що може негативно вплинути на їхню здатність безпечно керувати автомобілем. Факторами, що посилюють ризик, є неусвідомлення ризикованої поведінки, пов'язаної з гіпертонією, такої як вживання алкоголю, куріння, регулярні висококалорійні дієти та харчування в стресових умовах. Звідси виникає необхідність втручань для запобігання цим факторам ризику, включаючи необхідність інвестування в ресурси, доступні професійним водіям для виконання їхньої роботи.

Професійні водії частіше повідомляють про проблеми зі спиною, ніж представники будь-якої іншої професійної групи. Одним із пояснень є те, що вібрація всього тіла, спричинена транспортним засобом, призводить до прискореної дегенерації диска, грижі та пов'язаних з нею симптомів.

Досліджено вплив водіння протягом життя на дегенерацію поперекового диска у монозиготних близнюків з дуже різним історією професійного водіння протягом їхнього життя [37]. Основний ризик полягає в тому, що тривале водіння наражає водіїв на дискомфорт або втому [37]. Відчуття дискомфорту відноситься до фізичних симптомів і передбачає виникнення болю, зокрема в спині, шиї, сідницях і стегнах. Воно посилюється за зміни погодних умов

Ebe K. та Griffin M. J. [14] визначили два основних типи факторів – «статичні» та «динамічні», які можуть впливати на відчутний дискомфорт водія. Статичні характеристики сидіння (жорсткість сидіння) та динамічні характеристики сидіння (величина вібрації) можуть впливати на оцінку комфорту сидіння. Вважається, що комфорт сидіння можна передбачити на основі психофізичного закону Стівена [14]. Сидіння викликає згинання тулуба, що збільшує ригідність м'язів, а також механічне навантаження на хребет і стиснення тканин під сідницями, стегнами та спиною. Крім того, водіння пов'язане з постуральною фіксацією та ізометричними скороченнями м'язів, викликаними потребою досягати команд і педалей.

Динамічні фактори в основному стосуються вібрацій через сидіння, які безпосередньо залежать від автомобіля та характеристик дороги. У реальних умовах якість дороги є випадковою, і пов'язані з цим вібрації всього тіла можуть впливати на позу водія, дискомфорт і ефективність водіння. Величина бічних і поздовжніх прискорень, які сприймає водій, залежить від прямолінійності дороги, якості підвіски автомобіля, швидкості та нерівності дорожнього покриття.

ВИСНОВКИ

В Україні, як інших державах, існує нагальна потреба у розробці ефективної державної політики з поетапними заходами щодо зменшення негативного впливу забруднення повітря автомобільним транспортом на здоров'я людини, зокрема водіїв.

Праця водія характеризується впливом комплексу несприятливих виробничих факторів, у т.ч. погодні умови. Високі температури негативно впливають на психо-емоційне здоров'я водіїв, зокрема погіршують настрій, тоді як психічні розлади, як правило, посилюються під час спеки. Зимові екстремальні погодні явища, насамперед снігопад, ожеледиця, також можуть спричинити психологічний стрес і потенційно призвести до посттравматичного стресового розладу, депресії водіїв.

Забруднюючі речовини, насамперед повітряного середовища негативно впливають на здоров'я водіїв, викликаючи респіраторні захворювання, ускладнення і загострення у вигляді астми та раку легенів, серцево-судинних дисфункцій, злоякісного розвитку та інших розладів здоров'я. Найбільш поширеними хворобами у водіїв є захворювання органів дихання та порушення функціонування серцево-судинної системи.

Основна причина прояву симптомів респіраторних захворювань пов'язана з забрудненням повітря. Цей фактор викликає не лише хронічні респіраторні симптоми, а й прояви хронічного бронхіту та хронічного респіраторного захворювання. Посилення проявів респіраторних захворювань має місце у водіїв, які палять.

Аналіз захворюваності органів серцево-судинної системи 100 респондентів показав, що для 67% негативний ефект (у формі гіпертонічних проявів та тахікардії) має вплив погодно-кліматичних факторів. Висока поширеність факторів ризику серцево-судинних захворювань серед професійних водіїв, у яких виявляється метеозалежність, може призвести до розвитку серцево-судинних захворювань та збільшення їх захворюваності,

що може негативно вплинути на їхню здатність безпечно керувати автомобілем. Факторами, що посилюють ризик, є неусвідомлення ризикованої поведінки, пов'язаної з гіпертонією, такої як вживання алкоголю, куріння, регулярні висококалорійні дієти та харчування в стресових умовах.

Погодні умови у метеозалежних водіїв викликають посилення відчуття дискомфорту під час тривалого сидіння. Тривале сидіння посилює у водіїв не лише створює дискомфорт та викликає втому.

Існує необхідність втручань (системний і суворий контроль функціональних станів водіїв) для запобігання факторам ризику, включаючи необхідність інвестування в ресурси (насамперед, здоров'я), доступні професійним водіям для виконання їхньої роботи.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Боголюбов В. М., Клименко М. О., Мельник Л. Г., Ракоїд О. О. Стратегія сталого розвитку: Підручник. Київ: ВЦ НУБІПУ, 2018. 446 с.
2. Геращенко С., Лукаш О. Погодно-кліматичні фактори, які негативно впливають на психо-емоційне здоров'я водіїв. *One world – one health. Proceedings of the I International Scientific and Practical Conference*, 4-5 June 2024, Słupsk, Poland. Słupsk: Institute of Biology of the University of Pomerania in Słupsk, 2024. P. 303–307.
3. Гігієна праці водіїв автотранспорту. URL: <https://te.dsp.gov.ua/gigiyena-pratsi-vodiyiv-avtotransportu/> (дата звернення: 21.03.2025).
4. Державне агентство відновлення та розвитку інфраструктури України. Служба автомобільних доріг у Рівненській області нагадує водіям основи керування автомобілем під час дощу та гроз. URL: https://rv.restoration.gov.ua/press/news/sluzhba_avtomobilnykh_dorih_u_rivnenskii_oblasti_nahaduie_vodiiam_osnovy_keruvannia_avtomobilem_pid_chas_doshchu_ta_hroz.html (дата звернення: 25.04.2024).
5. Дмитрієв І. А., Левченко, Я.С. Транспортне підприємництво: навч. посіб. Харків: ФОП Бровін О.В., 2018. 216 с.
6. Желновач Г. М., Внукова Н. В. Системний підхід до реалізації процедури стратегічної екологічної оцінки розвитку автотранспортного комплексу регіону. *Екологічна безпека та природокористування*. 2022. № 1 (41). С. 56–68.
7. Захаров Д.С. Екологізація транспортної системи міст України. *Науковий погляд: економіка та управління*. 2024. №3(87). С. 110-114.
8. Карпенко Г.Ю. Формування інноваційної моделі сталого розвитку регіонів в умовах глобальної турбулентності. Дисертація на здобуття наукового ступеня кандидата економічних наук: 08.00.05 – розвиток

- продуктивних сил і регіональна економіка. Одеський національний технологічний університет, Одеса, 2022. 230 с.
9. Основи безпеки руху. Електронний підручник для учнів Баранівського професійного ліцю. URL: <http://obr.cc.ua/page10.html#:~:text=> (дата звернення: 25.04.2024).
 10. Семерня О. В. Розробка профілактичних заходів по поліпшенню умов та безпеки праці водіїв, зайнятих перевезенням вантажів в агропромисловому комплексі. *Інноваційне забезпечення виробництва органічної продукції в АПК: VII міжнародна наукова конференція*, 4–7 червня 2019. Київ, 2019. С. 46–48.
 11. Baccarelli A. A., Zheng Y., Zhang X., Chang D., Liu L., Wolf K. R. et al. Air pollution exposure and lung function in highly exposed subjects in Beijing, China: A repeated-measure study. *Bio Med Cent Part Fibre Toxicol*. 2014. No 11. 51. doi: 10.1186/s12989-014-0051-7.
 12. Bhargava A., Shree N., Kriti J., Sheetal K., Kriti K. Environmentally Sustainable Urban Transport: An Emerging Concern. *COJ Technical & Scientific Research*. 2020. No 3(1). 000557.
 13. Cheung C. K. Y., Tsang S. S. L., Ho O., Lam N., Lam E. C. L., Ng C., Sun, F., Yu B., Kwan N., Leung G. K. K. Cardiovascular risk in bus drivers. *Hong Kong medical journal = Xianggang yi xue za zhi*. 2020. No 26(5). P. 451–456. <https://doi.org/10.12809/hkmj198087>
 14. Ebe K., Griffin M. J. Quantitative prediction of overall seat discomfort. *Ergonomics*. 2000. No 43(6) P. 791–806. <https://doi.org/10.1080/001401300404751>
 15. European Commission. Directorate-General for Mobility and Transport. Mobility and Transport URL: https://transport.ec.europa.eu/news-events/news/20400-lives-lost-eu-road-crashes-last-year-2024-10-10_en (дата звернення: 24.03.2025).
 16. European Commission. Handbook of Sustainable Urban Development Strategies. URL: <https://urban.jrc.ec.europa.eu/sustainable->

- development/strategies/handbook-sud/territorial-focus#the-chapter (дата звернення: 20.03.2025).
- 17.Falcon-Rodriguez C. I., Osornio-Vargas A. R., Sada-Ovalle I., & Segura-Medina, P. Aeroparticles, Composition, and Lung Diseases. *Frontiers in immunology*. 2016. No 7. 3. <https://doi.org/10.3389/fimmu.2016.00003>
 - 18.Flores L. C., Ong A. K. S., Roque R. A. G. et al. Assessment of Service Quality and Trust of E-Public Transportation in Doha Qatar. *World Electric Vehicle Journal*. 2025. 16(3), 174. <https://doi.org/10.3390/wevj16030174>
 - 19.Fuglestad J., Berntsen T., Myhre G Rypdal, K., Skeie R. Climate forcing from the transport sectors. *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America*. 2008. No 105. P. 454-458. <https://doi.org/10.1073/pnas.0702958104>.
 - 20.Hertel O., Jensen S.S., Andersen H.V., Palmgren F., Wåhlin P., Skov H. et al. Human exposure to traffic pollution. *Experience from Danish studies. Pure Appl Chem*. 2001. No73. P.137–45.
 - 21.Hudda N., Fruin, S. A. Carbon dioxide accumulation inside vehicles: The effect of ventilation and driving conditions. *The Science of the total environment*. 2018. No 610-611. P. 1448–1456. <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2017.08.105>
 - 22.Lin C., Chien-Chih C., Lee P. et al. The Adverse Effects of Air Pollution on the Eye: A Review. *International Journal of Environmental Research and Public Health*. 2022. No 19. 1186. [10.3390/ijerph19031186](https://doi.org/10.3390/ijerph19031186).
 - 23.Making transit work: insight from Western Europe, Canada, and theUnited States. Committee for an International Comparison of National Policies and Expectations Affecting Public Transit, Transportation. National Research Council, 2001. 257 p. URL: <https://onlinepubs.trb.org/onlinepubs/sr/sr257.pdf> (дата звернення: 21.03.2025).
 - 24.Martic I., Jansen-Dürr P., Cavinato, M. Effects of Air Pollution on Cellular Senescence and Skin Aging. *Cells*. 2022. 11(14), 2220. <https://doi.org/10.3390/cells11142220>

25. McCarthy N. Europe's Most Accident-Prone Countries. Statista. URL: <https://www.statista.com/chart/15696/the-number-of-deaths-due-to-accidents-per-100000-inhabitants/> (дата звернення: 24.03.2025).
26. OECD, Biofuel Support Policies: An Economic Assessment, OECD Publishing, Paris, 2008. <https://doi.org/10.1787/9789264050112-en> (дата звернення: 20.03.2025).
27. Pulmonary ATS-DLD-78-A Form (Follow-Up). URL: [file:///C:/Users/Lenovo/Downloads/F059_Pulmonary_%20ATS-DLD-78-A_Form\(Follow-up\)_v1.4.pdf](file:///C:/Users/Lenovo/Downloads/F059_Pulmonary_%20ATS-DLD-78-A_Form(Follow-up)_v1.4.pdf) (дата звернення: 24.08.2024).
28. Sanjoy M., Sirajuddin A., Suman M., Ravindra K.. Health Risks of Major Air Pollutants, their Drivers and Mitigation Strategies: A Review. *Air, Soil and Water Research*. 16. 10.1177/11786221231154659.
29. Singh S. Air pollution: Health effects. *Revista medicina legal de Costa Rica*. 2020. No 37. P. 33-38.
30. The International Energy Agency. Global Energy Review URL: <https://www.iea.org/reports/global-energy-review-2025> (дата звернення: 14.03.2025).
31. Trancossi M. What price of speed? A critical revision through constructal optimization of transport modes. *Int J Energy Environ Eng*. 2026. No 7. P. 425–448. <https://doi.org/10.1007/s40095-015-0160-6>.
32. Transport Canada. 2007-2008 Estimates. Report on Plans and Priorities. URL: <https://www.tbs-sct.canada.ca/rpp/2007-2008/tc-tc/tc-tc-eng.pdf> (дата звернення: 21.03.2025).
33. Transport, Health and Environment Pan-European Programme (THE PEP). URL: [https://www.who.int/europe/initiatives/transport-health-and-environment-pan-european-programme-\(the-pep\)](https://www.who.int/europe/initiatives/transport-health-and-environment-pan-european-programme-(the-pep)) (дата звернення: 24.03.2025).
34. Qin D., Guo B., Zhou J., Cheng H., Chen X. Indoor air formaldehyde (HCHO) pollution of urban coach cabins. *Scientific reports*. 2020. No 10(1) 332. <https://doi.org/10.1038/s41598-019-57263-4> 15.

35. United Nations Environment Programme. Emissions Gap Report 2020. URL: https://newclimate.org/sites/default/files/2020/12/NewClimate_UNEP_GapReport_Dec2020.pdf (дата звернення: 20.03.2025).
36. Useche S. A., Cendales B., Montoro L., Esteban C. Work stress and health problems of professional drivers: a hazardous formula for their safety outcomes. *PeerJ*. 2018. 6, e6249. <https://doi.org/10.7717/peerj.6249>.
37. Videman T., Gibbons L. E., Mannine H., Gill K., Pope M., Battié M. C., Kaprio J. Occupational driving and lumbar disc degeneration: a case-control study. *Lancet (London, England)*. 2002. 360(9343). P. 1369–1374. [https://doi.org/10.1016/S0140-6736\(02\)11399-7](https://doi.org/10.1016/S0140-6736(02)11399-7)
38. Zhidkova E. A., Shlipakov S. V., Zaborova V. A., Krikheli N. I., Drapkina O. M., Barnard R. T., Gurevich K. G. Risk Factors for Heart Disease in Working Railwaymen. *American journal of men's health*. 2022. No 16(6). 15579883221136983. <https://doi.org/10.1177/15579883221136983>
39. Maji S., Ahmed S., Kaur-Sidhu M., Mor S., Ravindra K. Health Risks of Major Air Pollutants, their Drivers and Mitigation Strategies: A Review. *Air, Soil and Water Research*. 2023. No16. doi:10.1177/11786221231154659
40. Chen R. Y., Ho K. F., Chang T. Y., Hong G. B., Liu C. W., Chuang K. J. In-vehicle carbon dioxide and adverse effects: An air filtration-based intervention study. *The Science of the total environment*. 2020. 723. 138047. <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2020.138047>