

Лекційне заняття № 4

Тема «Джерела забруднення атмосферного повітря транспортними засобами»

План проведення заняття

- 1. Характеристика атмосфери**
- 2. Кліматичний аспект забруднення атмосфери**
- 3. Джерела викидів на транспорті: стаціонарні та пересувні**

1. Характеристика атмосфери

Ми опинилися в такому самому становищі в забрудненому повітрі, як і риби в забрудненій воді. (А. Кніс, американський біолог).

Атмосфера — це газова оболонка, що оточує Землю. Наявність атмосфери — одна з найголовніших умов життя на планеті. Без їжі людина може обходитися місяць, без води — тиждень, а без повітря не проживе й кількох хвилин.

Атмосфера, як елемент глобальної екосистеми, виконує кілька основних функцій:

- захищає живі організми від згубного впливу космічних випромінювань та ударів метеоритів;

- регулює сезонні й добові коливання температури (якби на Землі не існувало атмосфери, то добові коливання температури досягали б $\pm 200\text{ }^{\circ}\text{C}$);

- є носієм тепла й вологи;

- є депо газів, які беруть участь у фотосинтезі й забезпечують дихання;

- зумовлює низку складних екзогенних процесів (вивітрювання гірських порід, діяльність природних вод, мерзлоти, льодовиків тощо).

Основні компоненти атмосфери: азот (78,084 %), кисень (20,946 %) та аргон (0,934 %). Важливу роль відіграють і так звані малі домішки: вуглекислий газ, метан тощо. Крім того, атмосфера містить водяну пару: від 0,2 % у приполярних районах до 3 % поблизу екватора. Такий хімічний склад атмосфера Землі мала не завжди. Первісна атмосфера Землі була схожа з атмосферами деяких інших планет Сонячної системи, наприклад Венери, й складалася з вуглекислого газу, метану, аміаку тощо. Нинішня киснево-азотна атмосфера — результат життєдіяльності живих організмів.

Атмосфера складається з таких шарів (знизу вгору): тропосфера (до висоти 18 км), стратосфера (до 50), мезосфера (до 80), термосфера (1000), екзосфера (1900), геокоорона (умовно до 20 тис. км); далі атмосфера поступово переходить у міжпланетний космічний вакуум. Основна маса повітря (90 %) зосереджена в нижньому шарі — тропосфері. Тут же відбуваються найінтенсивніші теплові процеси, причому атмосфера нагрівається знизу, від поверхні океанів і суходолу. Надзвичайно важливе екологічне значення для біосфери має озоновий шар у стратосфері, повітря якого збагачене триатомним киснем (O₃). Він розташований на висоті 20—50 км і захищає все живе на Землі від згубної дії «жорсткого» ультрафіолетового випромінювання Сонця.

Крім газів, у повітрі атмосфери містяться ще й домішки так званих аерозолів, тобто дуже дрібних крапель рідин і твердих частинок як природного, так і штучного походження: сірчистих (краплі H₂SO₄), мінеральних (пил із земної поверхні), вуглеводневих (сажа), морських (частинки морських солей) та ін.

2. Кліматичний аспект забруднення атмосфери

Парниковий ефект.

Клімат Землі, що залежить в основному від стану її атмосфери, протягом геологічної історії періодично змінювався: чергувалися епохи істотного похолодання, коли значні території суші вкривалися льодовиками, й епохи потепління (до речі, ми живемо саме в епоху потепління, коли розтанули великі льодовикові щити в Євразії та Північній Америці). Та останнім часом учені-метеорологи б'ють на сполох: сьогодні атмосфера Землі розігрівается набагато швидше, ніж будь-коли в минулому. За даними ООН, із кінця XIX до початку XXI ст. глобальна температура на земній кулі підвищилася загалом на 0,6 °C. Середня швидкість підвищення глобальної температури до 1970 р. становила 0,05 °C за 10 років, а останніми десятиліттями вона подвоїлась. І це зумовлено діяльністю людини:

- по-перше, людина підігріває атмосферу, спалюючи велику кількість вугілля, нафти, газу, а також уводячи в дію атомні електростанції;
- по-друге, і це головне, в результаті спалювання органічного палива, а також унаслідок знищення лісів у атмосфері нагромаджується вуглекислий газ.

За останні 120 років уміст CO₂ в повітрі збільшився на 17 %. У земній атмосфері вуглекислий газ діє як скло в теплиці чи парнику: він вільно пропускає сонячні промені до поверхні Землі, але втримує її тепло. Це спричинює розігрівання атмосфери, відоме як парниковий ефект. За розрахунками вчених, найближчими десятиліттями через парниковий ефект середньорічна температура на Землі може підвищитися на 1,5—2 °C.

Якщо людство не зменшить обсягу забруднень атмосфери й глобальна температура зростатиме й надалі, як це відбувається протягом останніх 20 років, то дуже швидко клімат на Землі стане теплішим, ніж будь-коли впродовж 100 тис. років. Це прискорить глобальну екологічну кризу.

У чому ж полягає небезпека парникового ефекту? Розрахунки й моделювання на ЕОМ свідчать: підвищення середньорічної температури спричинить зміни таких найважливіших кліматичних параметрів, як кількість опадів, хмарний покрив, океанічні течії, розміри полярних крижаних шапок. Внутрішні райони континентів стануть сухішими, а узбережжя — вологішими, зима буде коротшою й теплішою, а літо — тривалішим і спекотнішим. Основні кліматичні зони в північній півкулі змістяться на північ приблизно на 400 км. Це зумовить потепління в зоні тундри, танення шару вічної мерзлоти й полярних крижаних шапок. У середніх широтах, тобто в головних «хлібних» районах (Україна, «зернові штати» США), клімат стане напівпустельним, і врожаї зерна різко скоротяться.

Глобальне потепління призведе до танення льодовиків Гренландії, Антарктиди й гір, рівень Світового океану підвищиться на 6—10 м, при цьому буде затоплено близько 20 % площі суходолу, де сьогодні живуть сотні мільйонів людей, розташовані міста, ферми, сади й поля.

Учені не дійшли єдиної думки про те, за якого підвищення середньорічної температури можуть відбутися ці негативні для людства явища: одні метеорологи вважають критичним значення 2,5 °C, інші – 5 °C.

Останнім часом тривога вчених із приводу парникового ефекту ще посилилася. Виявилося, що, крім вуглекислого газу, парниковий ефект спричинюють також деякі інші гази, що входять до групи малих домішок — метан, оксиди азоту, фреони, — вміст яких в атмосфері через антропогенний фактор стрімко зростає (рис. 3. 2.).

Моделлю парникового ефекту в масштабах планети може слугувати клімат на Венері. Її щільна (більш як 9 тис. кПа біля поверхні) атмосфера, що на 98 % складається з

вуглекислого газу, за рахунок цього явища розжарена до температури 500 °С (за такої температури залізо починає світитися червоним кольором).

Занепокоєна загрозою парникового ефекту світова спільнота намагається запровадити низку запобіжних заходів. Ось основні міжнародні документи, спрямовані на запобігання зміні клімату та зменшення парникового ефекту, а також статус їх підписання та ратифікації Україною:

- **Рамкова конвенція ООН про зміну клімату (РКООЗК / UNFCCC)**

Про документ: Базовий міжнародний екологічний договір, укладений у 1992 році (на Саміті Землі в Ріо-де-Жанейро). Його головна мета — стабілізація концентрації парникових газів в атмосфері на рівні, який не допускає небезпечного антропогенного впливу на кліматичну систему.

Статус України: Україна підписала Конвенцію у 1992 році та ратифікувала у 1996 році.

- **Кіотський протокол до Рамкової конвенції**

Про документ: Ухвалений у 1997 році (набув чинності у 2005 році). Він вперше встановив юридично обов'язкові кількісні обмеження або скорочення викидів парникових газів для розвинених країн та країн з перехідною економікою. Також запровадив «ринки вуглецю» та механізми міжнародної торгівлі квотами на викиди.

Статус України: Україна ратифікувала Кіотський протокол у 2004 році.

- **Паризька угода (Paris Agreement)**

Про документ: Ухвалена у 2015 році на заміну Кіотському протоколу. Її мета — стримати глобальне потепління, утримуючи зростання середньої глобальної температури суттєво нижче 2°C порівняно з доіндустріальними рівнями (і докладати зусиль для обмеження до 1.5°C). Країни-учасниці подають національно визначені внески (НВВ) щодо скорочення викидів CO₂

Статус України: Україна підписала Паризьку угоду у 2016 році та успішно ратифікувала у 2016 році.

- **Монреальський протокол (про речовини, що руйнують озоновий шар)**

Про документ: Хоча цей документ фокусується на захисті озонового шару (зупиненні випуску фреонів та інших озоноруйнівних речовин), він має величезне значення для клімату, оскільки багато з цих речовин є також потужними парниковими газами.

Статус України: Україна є стороною Монреальського протоколу та його подальших поправок (зокрема Кігалійської поправки, що регулює гідрофторвуглеці — потужні парникові гази).

Руйнування озонового шару атмосфери

Життя на Землі залежить від енергії Сонця. Надходить ця енергія на Землю у вигляді світла видимого випромінювання, а також інфрачервоного, або теплового, й ультрафіолетового (УФ) випромінювань.

УФ-випромінювання несе найбільшу енергію і є фізіологічно активним, тобто інтенсивно діє на живу речовину. Весь потік УФ-випромінювання Сонця, що доходить до земної атмосфери, умовно поділяють на три діапазони: УФ(А) (довжина хвилі 400—315 нм), УФ(В) (315-280 нм) і УФ(С) (280-100 нм). УФ(В)- і УФ(С)-випромінювання, так званий «жорсткий ультрафіолет», надзвичайно шкідливі для всього живого: вони призводять до порушення структури білків та нуклеїнових кислот і врешті-решт до загибелі клітин.

Що ж захищає нас і всю біосферу від згубної дії «жорсткого ультрафіолету»? Озоновий щит Землі.

Як уже згадувалося, на висотах 20—50 км повітря містить підвищену кількість озону. Озон утворюється в стратосфері за рахунок звичайного двоатомного кисню (O₂),

що поглинає «жорстке» УФ-випромінювання. Енергія УФ(В)- та УФ(С)-випромінювань витрачається на фотохімічну реакцію утворення озону з кисню ($3O_2 \rightarrow 2O_3$), і тому до поверхні Землі вони не доходять; туди проникає лише істотно ослаблений потік «м'якого» УФ(А)-випромінювання. Від його негативної дії наш організм уміє захищатися, синтезуючи в шкірі шар темного пігменту — меланіну (засмага). Однак ця речовина утворюється досить повільно. Тому тривале перебування на весняному сонці, коли шкіра ще не насичена меланіном, викликає її почервоніння, головний біль, підвищення температури тіла тощо.

Озоновий шар в атмосфері Землі з'явився на світанку її геологічної історії, коли в повітря став надходити кисень, що вироблявся в процесі фотосинтезу мікроскопічними морськими водоростями. За розрахунками вчених, коли вміст кисню в атмосфері досяг приблизно 10 % сучасного, сформувався озоновий шар, і життя змогло вийти з моря на суходіл (до цього поверхня суші була випалена, стерилізована ультрафіолетом).

Останнім часом учені надзвичайно занепокоєні зниженням вмісту озону в озоновому шарі атмосфери.

Найбільша за масштабами і глибиною озонова діра традиційно утворюється у Південній півкулі — над Антарктидою (Південним полюсом).

Вона виникає щороку в період антарктичної весни (з серпня по жовтень/листопад) через специфічні метеорологічні умови, зокрема утворення потужного полярного вирва (ворітексу) та низькі температури в стратосфері, які сприяють руйнуванню озону залишками антропогенних речовин (наприклад, хлорфторвуглеців).

Менша за розмірами й не така стабільна сезонна деградація озонового шару іноді спостерігається також над Арктикою (Північним полюсом), проте через особливості циркуляції повітря тамтешні «діри» зазвичай значно менші та швидше затягуються.

Зменшення вмісту озону в атмосфері загрожує зниженням урожаїв сільськогосподарських культур, захворюваннями тварин і людей, збільшенням кількості шкідливих мутацій і т. п. Якщо ж озоновий шар зникне зовсім, то це призведе до загибелі принаймні наземної біоти.

Установлено, що руйнуванню озонового шару сприяють також деякі хімічні речовини (зокрема оксиди азоту): потрапляючи в стратосферу з висхідними повітряними течіями, вони вступають у реакцію з озоном і розкладають його на кисень. Проте вміст оксидів азоту в повітрі невеликий, вони нестійкі й суттєво не впливають на кількість озону в стратосфері.

З'явилося також інше джерело озоноруйнівних речовин — діяльність людини. Сучасна промисловість широко використовує так звані фреони (хлорфторметани) — CF_3Cl , CF_2Cl_2 тощо — як холодоагенти в рефрижераторах і побутових холодильниках, як аерозольні розбризкуванні в балончиках із фарбою, лаком, парфумами, для очищення напівпровідникових схем і т. п. Щорічно в світі випускається кілька мільйонів тонн фреонів. Для людини пари фреонів не шкідливі. Та вони надзвичайно стійкі й можуть зберігатися в атмосфері до 80 років. Пари фреонів із висхідними повітряними течіями потрапляють у стратосферу, де під впливом УФ-випромінювання Сонця розпадаються, вивільняючи атоми хлору. Ця речовина діє на озон як дуже сильний каталізатор, розкладаючи його молекули до кисню. Один атом хлору здатен розкласти 100 тис. молекул озону!

Занепокоєні загрозою руйнування озонового шару керівники багатьох країн світу вживають заходів для його збереження, й у 1985 р. в Монреалі було підписано Протокол про охорону атмосферного озону. Вирішено до 2000 р. скоротити на 50 % споживання фреонів, а згодом і зовсім відмовитися від них, замінивши їх безпечними сполуками.

Проте це не реалізовано й сьогодні, скільки США — головний забруднювач атмосфери — відмовилися підписати зазначений Протокол.

Призводить до руйнування озонового шару й військова діяльність, зокрема запуск балістичних ракет. Їхні двигуни викидають в атмосферу дуже багато оксидів азоту. Під час кожного запуску ракети в Космос в озоновому шарі «пропалюється» величезна «діра», яка «затягується» лише за кілька годин. Світова громадськість дізналася про злочинні дослідження мілітаристів щодо дії на озоновий шар планети (розробка «озонової» зброї).

У 70-ті роки американські військові розсіяли в стратосфері над одним із безлюдних атолів у Тихому океані спеціальні хімічні речовини, внаслідок чого в озоновому шарі над цим островом утворилася «діра», яка затягнулася тільки через багато годин. В результаті на атолі загинула майже вся наземна біота: пальми та інші рослини, тварини, мікроорганізми; з хребетних тварин залишилося кілька великих черепах (їх урятував товстий кістяний панцир), але вони осліпли — сітківка їхніх очей була спалена ультрафіолетом.

Руйнування озонового шару відбувається так:

- активне функціонування хімічної промисловості, яка випускає речовини, що містять хлор і бром, спричинює нагромадження в атмосфері озоноруйнівних газів (ОРГ);
- ОРГ піднімаються на висоту 20—50 км над поверхнею Землі, де розташований озоновий шар (особливо сприятливі умови для цього в приполярних районах);
- сонячні промені діють на техногенні гази, з яких виділяється хлор;
- хлор руйнує озон, відбираючи один із трьох атомів кисню й перетворюючи його на O₂; при цьому кожний атом хлору здатен відокремити атом кисню майже 100 тис. разів.

Ситуація на сьогодні виглядає так:

Дія Монреальського протоколу працює: Відмова від виробництва та використання озоноруйнівних речовин (зокрема фреонів) зупинила руйнування озонового шару.

Тренд на відновлення: За даними Всесвітньої метеорологічної організації (WMO) та ООН, озоновий шар поступово відновлюється. Прогнози свідчать, що за умови збереження поточних екологічних тенденцій озоновий шар над Європою та планетою загалом повністю повернеться до показників 1980 року орієнтовно до 2040–2050 років.

Чому прогноз не справдився у таких масштабах: Втрата озону на 30% над континентальною Європою в першій чверті XXI століття була гіпотетичним найгіршим сценарієм (worst-case scenario), якби світ не запровадив заборону на шкідливі хімікати. Оскільки Монреальський протокол спрацював ефективно, катастрофічного витончення озонового шару над Європою не сталося.

Якщо озоновий шар зменшиться на 10 %, то це спричинить розвиток раку шкіри додатково у 300 тис. чоловік, катаракти — у 1 млн. 750 тис. чоловік. Постає серйозна загроза здоров'ю всього населення Землі, оскільки знизиться опірність людського організму.

Ключові міжнародні документи, спрямовані на захист озонового шару та запобігання його руйнуванню, а також статус їх підписання та ратифікації Україною:

- **Віденська конвенція про охорону озонового шару (1985 рік)**

Про документ: Це рамковий міжнародний договір, укладений під егідою ООН. Він зобов'язує країни-учасниці співпрацювати у наукових дослідженнях, моніторингу стану озонового шару та обміні інформацією щодо впливу людської діяльності на озоносферу. (Сама по собі Конвенція не встановлює конкретних заборон на хімікати, але закладає основу для них).

Статус України: Україна є учасницею Конвенції (правонаступниця Української РСР, яка долучилася до неї у 1986 році).

- **Монреальський протокол про речовини, що руйнують озоновий шар (1987 р)**

Про документ: Головний і найуспішніший юридично обов'язковий документ у цій сфері. Він чітко визначає графік поступового скорочення та повного припинення виробництва й використання озоноруйнівних речовин — передусім хлорфторвуглеців (ХФВ/фреонів), галонів тощо.

Статус України: Україна підписала та ратифікувала Монреальський протокол, а також послідовно приєднується до всіх його подальших доповнень і правок (Лондонської, Копенгагенської, Монреальської та Пекінської), які посилюють обмеження на нові види шкідливих хімікатів.

- **Кігалійська поправка до Монреальського протоколу (2016 рік)**

Про документ: Оскільки після заборони фреонів промисловість масово перейшла на використання гідрофторвуглеців (ГФВ), з'ясувалося, що хоча вони безпечні для озону, вони є надзвичайно сильними парниками (у тисячі разів потужнішими за CO_2). Кігалійська поправка розширила дію Монреальського протоколу на поетапне скорочення виробництва і споживання ГФВ заради захисту клімату.

Статус України: Україна офіційно ратифікувала Кігалійську поправку (закон про ратифікацію було ухвалено у 2023 році), взявши на себе міжнародні зобов'язання поступово відмовлятися від цих парникових газів.

Смог.

Смог — це густий туман, змішаний із різноманітними атмосферними забруднювачами та пилом, який утворюється у великих містах або промислових центрах. На відміну від звичайного природного туману, смог має шкідливий хімічний склад і часто забарвлений у жовтуватий, сірий або бурий колір. Розрізняють два класичні типи смогу залежно від кліматичних умов та джерел викидів: **лондонський** (вологий) та **лос-анджелеський** (фотохімічний).

Лондонський тип смогу (вологий, смоги сульфітного типу). Це класичний зимовий смог, який виникає за умов підвищеної вологості повітря (близько 100%), штилю та низьких температур (зазвичай восени чи взимку).

Виникає внаслідок масового спалювання вугілля, нафти або роботи котелень та промислових підприємств. Діоксид сірки (SO_2) та тверді частки сажі змішуються з краплями туману. У результаті хімічних реакцій у вологому середовищі утворюється слабкий розчин сірчаної кислоти та інші токсичні сполуки.

Найвідоміший приклад — Великий лондонський смог 1952 року, коли через тривалу безвітряну погоду та смог загинуло кілька тисяч людей.

Лос-анджелеський тип смогу (фотохімічний, сухий). Це річний або денний смог, характерний для великих мегаполісів із інтенсивним автомобільним рухом, спекотним сонячним кліматом та сухим повітрям.

Головними джерелами є викиди вихлопних газів транспортних засобів (оксиди азоту та вуглеводні). Під дією інтенсивного сонячного випромінювання (ультрафіолету) ці речовини вступають у складні фотохімічні реакції. У результаті утворюються вторинні токсичні сполуки, зокрема приземний озон (O_3), формальдегід та пероксиацетилнітрати (ПАН). Такий смог виглядає як їдкий синюватий або бурий серпанок («димка»), який різко зменшує видимість удень.

Смог становить величезну загрозу для всього живого через свою високу токсичність:

Для здоров'я людини: Смог безпосередньо вражає дихальну систему. Він подразнює слизові оболонки очей, носа і горла, викликає напади кашлю. Тривале вдихання смогу провокує розвиток бронхіальної астми, хронічного бронхіту, серцево-судинних

захворювань та підвищує ризик онкологічних захворювань легень. Найбільш уразливі діти, люди похилого віку та особи з хронічними хворобами.

Для рослинного світу: Токсичні компоненти смогу (особливо приземний озон і кислотні сполуки) осідають на листі, руйнують хлорофіл, зупиняють ріст рослин, викликають їхнє в'янення та загибель лісових масивів навколо міст.

Для міської інфраструктури: Кислоти та агресивні хімікати, що містяться у смозі, прискорюють корозію металоконструкцій, руйнують будівельні матеріали, пам'ятники архітектури та фарбу автомобілів.

Кислотні дощі

Оксиди сірки й азоту, що викидаються в атмосферу внаслідок роботи теплових електростанцій (ТЕС) та автомобільних двигунів, сполучаються з атмосферною вологою й утворюють дрібні крапельки сірчаної та азотної кислот, які переносяться вітрами у вигляді кислотного туману й випадають на землю кислотними дощами. Ці дощі вкрай шкідливо впливають на довкілля:

- знижується врожайність більшості сільськогосподарських культур через ушкодження листя кислотами;
- з ґрунту вимиваються кальцій, калій і магній, що призводить до деградації рослинності й, як наслідок, — збіднення тваринного світу;
- гинуть ліси (найчутливіші до кислотних дощів кедр, бук і тис);
- отруюється вода озер і ставків, у них гине риба, зникають комахи;
- щезають водоплавні птахи й тварини, що живляться комахами;
- загибель лісів спричинює в гірських районах (таких як Карпати) зсуви та селі;
- прискорюється руйнування пам'яток архітектури, споруд, особливо тих, що побудовані з вапняку, оздоблені мармуром;
- збільшується захворюваність людей (найчастіше хворобами очей, органів дихання тощо).

Взимку поблизу ТЕС і металургійних заводів іноді випадає також кислотний сніг, іще шкідливіший, ніж кислотний дощ, що пояснюється більшим вмістом у ньому кислот. Райони випадання такого снігу дістають одразу 4—5-місячну дозу забруднення, а внаслідок його танення навесні відбувається концентрація шкідливих речовин, тому тала вода інколи містить удесятеро більше кислот, ніж сам сніг.

Стан повітряного середовища в Україні (на 2026 рік)

Екологічний стан атмосферного повітря в Україні формується під впливом двох ключових чинників: **промислового сектору** (стаціонарні джерела) та **транспорту** (пересувні джерела у великих містах).

Регіональні особливості та вплив війни: Через повномасштабні бойові дії та руйнування інфраструктури останніми роками екологічна ситуація в Україні зазнала значних змін. З одного боку, внаслідок спаду промислового виробництва та руйнування низки великих підприємств загальні викиди від стаціонарних джерел (металургійних комбінатів, ТЕС, котелень) у деяких регіонах тимчасово скоротилися. З іншого боку, бойові дії стали джерелом колосальних екологічних навантажень: масштабні пожежі лісів і сільгоспугідь, руйнування нафтобаз, промислових складів, а також обстріли інфраструктури викидають в атмосферу величезні обсяги токсичних речовин, сажі та парникових газів, які створюють локальні й регіональні зони екологічного лиха.

Транспортне забруднення у мегаполісах (Київ, Харків, Львів, Одеса): У великих містах України головним постійним забруднювачем повітря залишається **автомобільний транспорт** (на нього припадає до 70–80% усіх викидів у містах). Через застарілий автопарк, недостатній розвиток електротранспорту та регулярні транспортні затори вздовж головних магістралей формуються стійкі концентрації

оксидів азоту, чадного газу та приземного озону, що призводить до утворення фотохімічних смогів та локальних кислих опадів.

3. Джерела викидів на транспорті: стаціонарні та пересувні

За характером переміщення джерела забруднення атмосферного повітря в транспортній галузі поділяються на дві великі категорії: стаціонарні та пересувні. Кожна з них робить свій специфічний внесок у загальне антропогенне навантаження на навколишнє середовище.

Стаціонарні джерела на транспортних підприємствах: До цієї категорії належать об'єкти інфраструктури, які забезпечують життєдіяльність транспортного комплексу. Сюди входять котельні автотранспортних підприємств (АТП), які спалюють органічне паливо для опалення приміщень; автозаправні станції (АЗС), що є джерелом постійних викидів легких вуглеводнів у повітря; ремонтні цехи (малярні, зварювальні, акумуляторні ділянки), де в процесі роботи виділяються токсичні фарби, розчинники, кислотні випари та важкі метали; а також пасажирські термінали (вокзали й аеропорти) з їхніми енергетичними системами забезпечення.

Пересувні джерела викидів: Це основна маса джерел забруднення у транспортній галузі — усі види транспортних засобів під час їхнього руху або роботи двигуна: автомобілі (легкові, вантажні, автобуси), тепловози залізничного транспорту, літаки авіації та судна водного транспорту. Вихлопи пересувних джерел є особливо небезпечними тим, що вони здійснюють викиди безпосередньо в приземному шарі атмосфери — на рівні дихання людей, уздовж інтенсивних транспортних магістралей та у щільній міській забудові.