

<https://doi.org/10.31891/2219-9365-2025-82-51>

УДК 620.9

ЗАЩЕПКИНА Наталія

Національний технічний університет України «Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського»

<https://orcid.org/0000-0001-9397-6632>

e-mail: nanic1604@gmail.com

РУДНИЦЬКИЙ Роман

Національний технічний університет України «Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського»

<https://orcid.org/0009-0008-4576-0210>

e-mail: romarudnytskyi@gmail.com

АНАЛІЗ ЕКОЛОГІЧНИХ ЧИННИКІВ ДЛЯ ОЦІНКИ ВПЛИВУ НА ДОВГІЛЛЯ ПРОМИСЛОВИХ ЕНЕРГЕТИЧНИХ ПІДПРИЄМСТВ

Охорона навколишнього середовища, раціональне використання природних ресурсів, забезпечення екологічної безпеки життєдіяльності людини – невід’ємна умова сталого економічного та соціального розвитку України. Однією з причин виникнення екологічних проблем є вплив на стан навколишнього середовища чинників, які змінюють його кількісні та якісні характеристики. В роботі розглянуто види та аналіз чинників, які впливають на довгілья. В тому числі надано аналіз джерел походження та стану чинників для подальшої оцінки від дії енергетичних підприємств.

За характером походження виділяють природне та антропогенне забруднення довкілля. Природне забруднення (виверження вулканів, лісові пожежі, вивітрювання, масове розмноження комах тощо); антропогенне забруднення є результатом діяльності людини. За часом взаємодії з довкіллям розрізняють забруднення стійке і нестійке. До стійких забруднювачів належать такі, що повільно розкладаються природним шляхом (пластмаси, пестициди, поліетилен) або токсичні сполуки – ртуть, свинець. Нестійкі забруднювачі не знешкоджуються в екосистемах унаслідок перебігу природних фізико-хімічних чи біологічних процесів. Відповідно до природи, чинники забруднення розділяють на чотири групи: механічне, фізичне, хімічне та біологічне. Наведено та проаналізовано структурну схему системи шкідливого впливу на навколишнє природне середовище забруднюючих речовин та продуктів згоряння палива. Розглянуто методику проведення аналізу викидів забруднюючих речовин, а саме - проведення інвентаризації, що є обов’язковим для виробничих об’єднань і промислових підприємств, організацій і установ, які мають викиди забруднюючих речовин в атмосферу, незалежно від відомчого підпорядкування і форм власності.

Ключові слова: екологічні чинники, рівень забруднення повітря, джерела, викиди забруднюючих речовин, повітря, концентрація забруднюючих речовин, екологія, топливо, пил, енергія.

ZASHCHEPKINA Nataliia, RUDNYTSKY Roman

National Technical University of Ukraine "Ihor Sikorsky Kyiv Polytechnic Institute"

ANALYSIS OF ECOLOGICAL FACTORS FOR ENVIRONMENTAL IMPACT ASSESSMENT OF INDUSTRIAL ENERGY ENTERPRISES

Environmental protection, rational use of natural resources, ensuring the ecological safety of human activities are an integral condition for the sustainable economic and social development of Ukraine. One of the reasons for the occurrence of environmental problems is the impact on the state of the environment of factors that change its quantitative and qualitative characteristics. The work considers the types and analysis of factors that affect longevity. Including an analysis of the sources of origin and the state of factors for further assessment of the actions of energy enterprises.

According to the nature of origin, natural and anthropogenic pollution of the environment are distinguished. Natural pollution (volcanic eruptions, forest fires, weathering, mass reproduction of insects, etc.); anthropogenic pollution is the result of human activity.

Persistent pollutants include those that slowly decompose naturally (plastics, pesticides, polyethylene) or toxic compounds - mercury, lead. Unstable pollutants are neutralized in ecosystems as a result of natural physico-chemical or biological processes. According to nature, pollution factors are divided into four groups: mechanical, physical, chemical and biological. The structural scheme of the system of harmful effects on the surrounding natural environment of polluting substances and fuel combustion products is given and analyzed. The method of conducting pollutant emissions analysis is considered, namely, inventorying, which is mandatory for production associations and industrial enterprises, organizations and institutions that emit pollutants into the atmosphere, regardless of departmental subordination and forms of ownership.

Key words: ecological factors, level of air pollution, sources, emissions of pollutants, air, concentration of pollutants, ecology, fuel, dust, energy.

Стаття надійшла до редакції / Received 16.04.2025

Прийнята до друку / Accepted 11.05.2025

ПОСТАНОВКА ПРОБЛЕМИ У ЗАГАЛЬНОМУ ВИГЛЯДІ ТА ЇЇ ЗВ’ЯЗОК ІЗ ВАЖЛИВИМИ НАУКОВИМИ ЧИ ПРАКТИЧНИМИ ЗАВДАННЯМИ

Охорона навколишнього середовища, раціональне використання природних ресурсів, забезпечення екологічної безпеки життєдіяльності людини - невід’ємна умова сталого економічного та соціального розвитку України. Метою забезпечення екологічної безпеки є мінімізація шкідливих наслідків

її діяльності шляхом дотримання рівноваги між нанесеною природному середовищу шкодою внаслідок здійснення діяльності (забруднення атмосферного повітря, ґрунтів, водних об'єктів тощо) [1].

Одна з причин виникнення екологічних проблем - вплив на стан навколишнього середовища чинників, які змінюють його кількісні та якісні характеристики. За характером походження виділяють природне та антропогенне забруднення довкілля. Природне забруднення (виверження вулканів, лісові пожежі, вивітрювання, масове розмноження комах тощо); антропогенне забруднення є результатом діяльності людини. За часом взаємодії з довкіллям розрізняють забруднення стійке і нестійке. До стійких забруднювачів належать такі, що повільно розкладаються природним шляхом (пластмаси, пестициди, поліетилен) або токсичні сполуки – ртуть, свинець. Нестійкі забруднювачі не знешкоджуються в екосистемах унаслідок перебігу природних фізико-хімічних чи біологічних процесів. Відповідно до природи чинників, забруднення розділяють на чотири групи: механічне, фізичне, хімічне та біологічне.

Механічне забруднення пов'язане з надходженням у навколишнє середовище реагентів, які чинять лише механічний вплив (виверження вулканів, пожежі, очисні споруди міст, полігони твердих побутових відходів тощо). Фізичне забруднення пов'язане зі змінами температурних, електромагнітних, шумових, світлових і радіаційних параметрів зовнішнього середовища (промислові викиди нагрітого повітря, димові гази тощо). Електромагнітне забруднення з'являється внаслідок електромагнітного випромінювання (високовольтні лінії електропередач, антени радіо- і телекомунікаційних станцій, промислові установки тощо). Джерела світлового забруднення – штучне освітлення великих міст і промислових комплексів. Атомні електростанції – джерело радіоактивного забруднення.

Хімічне забруднення – збільшення кількості хімічних компонентів. Біологічне забруднення – випадкове або пов'язане з діяльністю людини, проникнення в екосистеми не притаманних їм рослин, тварин і мікроорганізмів (бактеріологічне й вірусологічне). До біологічного забруднення можна віднести надмірну експансію організмів (несвоєчасне прибирання побутових відходів призводить до значного збільшення кількості щурів, комах, голубів).

На сьогоднішній день одним з основних джерел забруднення довкілля є теплові електростанції підприємства, які працюють на енергії, отриманої від згоряння палива. В результаті в повітрі синтезуються речовини, які впливають на навколишнє середовище та здоров'я людини.

На рис. 1 наведена схема впливу забруднюючих шкідливих речовин на навколишнє природне середовище [2]. Лінії – це вплив забруднюючих речовин на навколишнє середовище, товщина та чіткість ліній показують важливість та інтенсивність цього впливу.

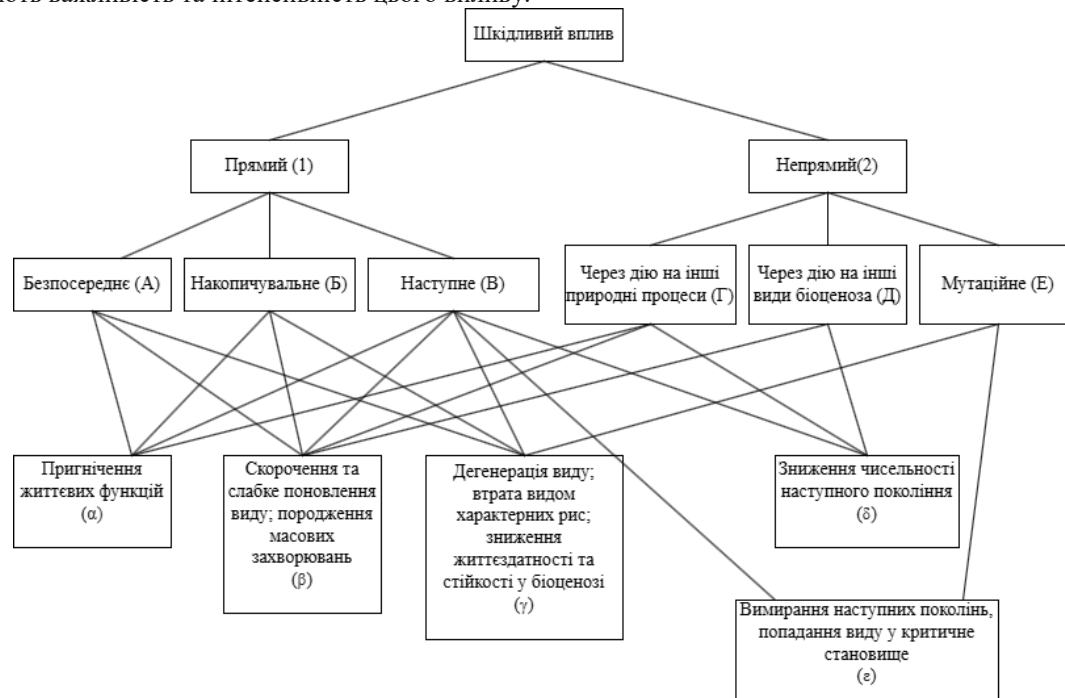


Рис.1. Структурна схема системи шкідливого впливу на навколишнє природне середовище забруднюючих речовин та продуктів згоряння палива

Схема взаємодії теплових електростанцій з навколишнім середовищем [2] в спрощеному вигляді притамана промисловим енергетичним підприємствам. В таблиці 1 наведені основні види забруднюючих викидів енергетичних об'єктів.

Таблиця 1

Основні види газових та аерозольних забруднюючих викидів енергетичних об'єктів [2]

Паливо	Аерозолі	Газові викиди						
Паливо	зола	сажа						
Природний газ	–	–				–		
Мазут								
Вугілля								

У таблиці 1 використані умовні позначення, що характеризують ймовірність появи викидів при спалюванні різних видів палива: «++» – дуже висока; «+» – висока; «-» – відсутня.

Аналізуючи зміст таблиці, можна прийти до висновку щодо шкідливого впливу таких підприємств на навколишнє середовище.

При спалюванні рідкого та твердого палива відбуваються викиди у вигляді твердих частинок, які, при потраплянні в атмосферу, утворюють так звані «аерозолі». Аерозолі можуть бути нетоксичними, порівняно малотоксичними та токсичними, наприклад частинки вуглецю, на поверхні яких може адсорбуватися бензопірен ($C_{20}H_{12}$) – сильнотоксичне канцерогенне з'єднання; можуть потрапити в атмосферу сформованими (пил, зола, сажа); інші утворюються безпосередньо в атмосфері в результаті хімічних реакцій між газоподібними, рідкими і твердими речовинами (пил, токсичні метали, пестициди тощо).

Викиди енергетичних підприємств кваліфікуються залежно від розмірів частинок: пил – тверді частинки розміром 1–150 мкм; туман – тверді або рідкі частинки розміром 0,2–1 мкм; дим – частинки розміром 0,001–0,1 мкм; аерозолі – в основному скупчення газоподібних молекул з розмірами від сотих часток до десятків мікрометрів [2].

Газові викиди також можуть бути токсичними (NO_2 , SO_2 , NO , CO та ін.) і нетоксичними (CO_2 та H_2O). Всі трьохатомні гази (H_2O , NO_2 , SO_2 та особливо CO_2) належать до «парникових газів», оскільки вони характеризуються селективною поглинальною здатністю в інфрачервоній області теплового випромінювання та сприяють створенню парникового ефекту [2].

Природа газових викидів характеризує їх дію на довкілля: вуглекислий газ (CO_2) утворюється в результаті спалювання таких видів палива, як вугілля, нафта, природний газ, штучних і синтетичних палив та біомаси (деревина), що призводить до «парникового ефекту», виділенню монооксиду вуглецю CO – токсичного газу. До найбільш токсичних газів належить діоксид сірки (сульфатний ангідрид) SO_2 , який складає більше 90% викидів сірчистих сполук з димовими газами котлоагрегатів (решта – SO_3). Діоксид сірки руйнує матеріали, шкідливо впливає на здоров'я людини. При реакції з киснем SO_2 переходить в SO_3 і, взаємодіючи з водою, утворює сірчану кислоту. Оксиди азоту (NO_x) утворюються при спалюванні будь-якого палива, що містять азотні сполуки, а також тих, що не містять, за рахунок окислення азоту повітря. Азот утворює з киснем ряд сполук (N_2O , NO , N_2O_3 , NO_2 , N_2O_4 і N_2O_5), їх концентрація визначається режимом та організацією процесів горіння палива. Оксиди азоту, як і вуглекислий газ, діоксид сірки шкідливо впливають на здоров'я людини, сприяють утворенню парникового ефекту, що призводить до руйнування озонового шару, «вимирання лісів», кислотних дощів тощо.

Метан (CH_4) також значно сприяє виникненню парникового ефекту, утворюється в результаті розкладання органічних речовин. Сполуки Chlorinated Flour Carbons (CFC), або фреони, з'являються в результаті антропогенного впливу (при виробництві теплоізоляційних матеріалів, пінопласту), виділяються з холодоагентів холодильників і морозильників. Їх присутність в атмосфері також сприяє утворенню парникового ефекту.

Газ (N_2O) утворюється з натуральних матеріалів при виробництві харчових продуктів та енергії.

Сукупний вплив газових та аерозольних викидів енергетичних об'єктів може призвести до появи різних шкідливих екологічних наслідків, в тому числі кризових ситуацій: погіршення видимості атмосфери та фотохімічний смог; утворення опадів та кислотних дощів; парниковий ефект.

Основними серед багатьох забруднювачів, що впливають на видимість атмосфери, є наступні:

- викиди, що містять пил, дим, сажу та інші тверді частки та зазвичай позначаються як загальна кількість аерозолі (ЗКА);
- SO_2 та інші газоподібні сполуки сірки, які з високою швидкістю реагують в атмосфері, утворюючи частки сульфату та сірчаної кислоти, які знаходяться у вигляді аерозолі;
- NO та NO_2 , які реагують з утворенням нітрату і HNO_3 у вигляді частинок, що входять до складу аерозолі; за певних умов червонобуре забарвлення NO_2 може послужити причиною зміни кольору димових викидів і димки в міських районах;
- фотохімічне забруднення повітря, пов'язане з утворенням в результаті фотохімічних реакцій аерозолів з частинками субмікрометрових розмірів [2].

Існують й інші забруднення, що впливають на видимість [2].

Всі ці сполуки чинять токсичну дію на людину, призводячи до порушення серцевосудинної діяльності, отруєння дихальних шляхів та інших захворювань організму.

Прямі теплові викиди енергетичних об'єктів здатні змінити локальний тепловий баланс в атмосфері та гідросфері, що є причиною зміни мікроклімату в місцях високої концентрації енерговиробництва та енергоспоживання (феномен збільшення температури повітря у великих містах на 2–3°C). Порушення температурного режиму водойм може призвести до зміни біологічної рівноваги (бурхливий розвиток синьо-зелених водоростей, цвітіння води).

Шум від роботи агрегатів може бути низько-, середньо та високочастотним. Спектр низькочастотного шуму має максимум в області частот нижче 300 Гц, спектр середньочастотного шуму – в області частот 300–800 Гц та спектр високочастотного шуму – в області вище 800 Гц і може мати різні часові характеристики.

З огляду на великі перевищення санітарних норм необхідно здійснювати заходи щодо зниження шуму від обладнання. Розрізняють три способи зменшення шуму: зниження шуму в самому джерелі та на шляхах його поширення; індивідуальні засоби захисту.

Для реальних об'єктів проводять комплекс заходів щодо зменшення шуму в усіх трьох напрямках. Вибір заходів здійснюється на підставі техніко-економічного розрахунку.

При аналізі викидів забруднюючих речовин проводиться їх ієвентаризація їх згідно КНД 211.2.3.014-95 та КНД 211.2.3.063-98 [3], що є обов'язковим для виробничих об'єднань і промислових підприємств, організацій і установ, які мають викиди забруднюючих речовин в атмосферу, незалежно від відомчого підпорядкування і форм власності.

Відповідно до ст. 31 Закону України "Про охорону навколишнього природного середовища" та ст. 4 Закону України "Про охорону атмосферного повітря" нормування у галузі охорони атмосферного повітря проводиться з метою встановлення комплексу обов'язкових норм, правил, вимог щодо охорони атмосферного повітря від забруднення [4-7].

Інвентаризація включає в себе характеристику технології, газоочисних установок з точки зору утворення і відведення забруднюючих речовин, визначення параметрів стаціонарних джерел викидів, а також характеристику неорганізованих джерел.

Інвентаризація викидів забруднюючих речовин може проводитися як в повному обсязі, так і вибірково по визначенню параметрів окремих джерел утворення або викидів, визначенню якісних і кількісних характеристик окремих забруднюючих речовин, що відводяться в атмосферне повітря при експлуатації технологічного обладнання.

Обсяг інвентаризації викидів згідно п.1.5 [8] визначається залежно від поставленої мети у відповідності з вимогами законодавчих актів та нормативних документів по даному питанню.

Матеріали інвентаризації використовуються для:

- розробки нормативів утворення забруднюючих речовин, які відводяться в атмосферне повітря при експлуатації технологічного та іншого обладнання, споруд та об'єктів;
- розробки нормативів гранично допустимих викидів;
- регулювання викидів забруднюючих речовин в атмосферу;

При інвентаризації викидів забруднюючих речовин використовувались матеріали:

- прямі методи вимірів, які ґрунтуються на виконанні безпосередніх інструментальних вимірів;
- розрахункові методи, що базуються на методиках, затверджених органами Мінекоресурсів України.

Перед проведенням інвентаризації викидів виконується робота по налагодці технологічного та вентиляційного обладнання відповідно до діючих санітарно-гігієнічних норм. Мета даної роботи – визначення фактичних величин викидів забруднюючих речовин в атмосферне повітря від джерел підприємства та наступна розробка документів, що обґрунтовують обсяги викидів забруднюючих речовин для джерел підприємства Товаристві з обмеженою відповідальністю

Погоджений і затверджений в чинному порядку звіт по інвентаризації викидів забруднюючих речовин служить основою для розробки документів, у яких обґрунтовуються обсяги викидів підприємства для отримання дозволу на викиди забруднюючих речовин в атмосферне повітря стаціонарними джерелами і програм його діяльності в області охорони атмосферного повітря [1-9].

Інвентаризація включає в себе характеристику технології виробництва, визначення якісного та кількісного складу забруднюючих речовин, визначення параметрів стаціонарних джерел викидів, а саме:

- систематизація даних про розміщення джерел виділення та викидів забруднюючих речовин на території підприємства;
- визначення якісного складу газоповітряної суміші на виході із джерела викиду;
- визначення основних параметрів джерел викидів забруднюючих речовин (висота джерела, діаметр гирла або розмір перерізу, швидкість виходу газоповітряної суміші на виході із джерела, об'єм газоповітряної суміші, яка викидається за одиницю часу, температура газоповітряної суміші, тощо);
- визначення кількості забруднюючих речовин, які виділяються і викидаються в атмосферу.

При виконанні інвентаризації викидів забруднюючих речовин використовувались матеріали:

- прямі методи вимірів, які ґрунтуються на виконанні безпосередніх інструментальних вимірів;
- розрахункові методи, що базуються на методиках, затверджених органами Мінекоресурсів України.

Таким чином, необхідно розробити базу даних екологічних чинників для оцінювання впливу на довкілля промислових енергетичних підприємств.

ВИСНОВКИ З ДАНОГО ДОСЛІДЖЕННЯ І ПЕРСПЕКТИВИ ПОДАЛЬШИХ РОЗВІДОК У ДАНОМУ НАПРЯМІ

Було розглянуто проблеми забруднення навколишнього середовища. Проаналізовано види екологічних чинників при впливі на довкілля від роботи енергетичних підприємств. Надано та проаналізовано методику інвентаризації таких підприємств і поставлено задачу в подальшому розробити базу даних екологічних чинників для оцінювання впливу на довкілля промислових енергетичних підприємств.

Література

1. Національна доповідь про стан навколишнього природного середовища в Україні у 2021 році (<https://mepr.gov.ua/diyalnist/napryamky/ekologichnyj-monitoryng/natsionalni-dopovidi-pro-stan-navkolyshnogo-prirodnogo-seredovyssha-v-ukrayini>)
2. Книга: Енергетика: історія, сучасність і майбутнє. Від вогню та води до електрики / Бондаренко В. І.; Варламов Г. Б.; Вольчин І. А.; Карп І. М.; Колоколов О. В.; Кравченко Т. Г.; Кузьменко О. М.; Ландау Ю. О.; Лук'янчиков В. С.; Мойсенко О. В.; Півняк Г. Г.; Подгуренко В. С.; Сігал І. Я.; Скляр П. Т.; Чернявський М. В.; Широков С. В. Вторинна відповідальність: наук. ред.: Карп І. М.; наук. ред.: Ландау Ю. О.; наук. ред.: Сігал І. Я. Київ: Фенікс, 2013. 264 с. : іл.
3. Наказ 09.03.2004 №93 «Про затвердження змін КНД 211.2.3.014-95 та КНД 211.2.3.063-98 9 (<https://zakon.rada.gov.ua/rada/show/v0093617-04#Text>).
4. Закон України «Про охорону навколишнього природного середовища». Постанова ВР 4017-IX від 10.10.2024. (<https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/1264-12#Text>).
5. Закон України «Про охорону атмосферного повітря». Постанова ВР 16.10.92 (https://zakononline.com.ua/documents/show/151214_591128).
6. «Державні санітарні правила планування та забудови населених пунктів». МЗ України. Наказ № 173 від 19.06.96 <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/z0379-96#Text>.
7. Про затвердження Інструкції про зміст та порядок складання звіту проведення інвентаризації викидів забруднюючих речовин на підприємстві (Наказ Міністерства охорони навколишнього природного середовища та ядерної безпеки України від 10.02.1995, №7, (<https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/z0061-95#Text>)).
8. Наказу МОЗУ №52 від 14.01.2020 року «Про затвердження гігієнічних регламентів допустимого вмісту хімічних і біологічних речовин в атмосферному повітрі населених місць» (https://zakononline.com.ua/documents/show/483794_734308).
9. Збірник «Показники емісії викидів забруднюючих речовин в атмосферне повітря» Друга редакція. Том 1-3. Донецьк-2008 р. (<https://ru.scribd.com/document/629896223/%D0%97%D0%B1%D1%96%>).

References

1. National report on the state of the natural environment in Ukraine in 2021 (<https://mepr.gov.ua/diyalnist/napryamky/ekologichnyj-monitoryng/natsionalni-dopovidi-pro-stan-navkolyshnogo-prirodnogo-seredovyssha-v-ukrayini>).
2. Book: Energy: history, modernity and future. From fire and water to electricity / Bondarenko V. AND.; Varlamov H. B.; Volchyn I. AND.; Karp I. M.; Kolokolov O. IN.; Kravchenko T. G.; Kuzmenko O. M.; Landau Yu. AT.; Lukyanchikov V. WITH.; Moiseyenko O. IN.; Pivnyak G. G.; Podgurenko V. WITH.; Segal I. I.; Sklyar P. T.; Chernyavskiy M. IN.; Shirokov S. V. Secondary responsibility: science. ed.: Karp I. M.; of science ed.: Landau Yu. AT.; of science ed.: Segal I. I. Kyiv: Phoenix, 2013. 264 p. : fig.
3. Order 09.03.2004 No. 93 "On approval of changes to KND 211.2.3.014-95 and KND 211.2.3.063-98 9 (<https://zakon.rada.gov.ua/rada/show/v0093617-04#Text>).
4. Law of Ukraine "On Environmental Protection". Resolution VR 4017-IX dated 10.10.2024. (<https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/1264-12#Text>).
5. Law of Ukraine "On Protection of Atmospheric Air". Verdict of the Verkhovna Rada of October 16, 1992 (https://zakononline.com.ua/documents/show/151214_591128).
6. "State sanitary rules for planning and development of settlements." M3 of Ukraine. Order No. 173 dated 19.06.96 (<https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/z0379-96#Text>).
7. Order of the MoZU No. 52 of January 14, 2020 "On the approval of hygienic regulations for the permissible content of chemical and biological substances in the atmospheric air of populated areas" (https://zakononline.com.ua/documents/show/483794_734308).
8. On the approval of the Instruction on the content and procedure for drawing up a report on the inventory of emissions of pollutants at the enterprise (Order of the Ministry of Environmental Protection and Nuclear Safety of Ukraine dated February 10, 1995, No. 7, (<https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/z0061-95#Text>)).
9. Compendium "Indicators of emissions of polluting substances into atmospheric air" Second edition. Volume 1-3. Donetsk-2008 (<https://ru.scribd.com/document/629896223/%D0%97%D0%B1%D1%96%>).