**ЗАПОРІЗЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ**

**БІОЛОГІЧНИЙ ФАКУЛЬТЕТ**

**Кафедра загальної та прикладної екології і зоології**

**Кваліфікаційна робота**

**магістра**

на тему: ПРОГНОЗУВАННЯ РІВНЯ ТЕХНОГЕННОГО ЗАБРУДНЕННЯ АТМОСФЕРНОГО ПОВІТРЯ М. ЗАПОРІЖЖЯ.

|  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Виконала: | | студентка | | 2 | курсу, групи | 8.1019 |
| спеціальності | | | 101 Екологія | | | |
| освітньо-професійної програми «Екологія та охорона навколишнього середовища» | | | | | | |
| Скринченко К.А.\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_ | | | | | | |
|  | | | | | | |
| Керівник | кандидат фізико-математичних наук, доцент Маслова О. В. | | | | | |
|  |  | | | | | |
| Рецензент | зав. каф., професор, д. б. н. Рильський О.Ф. | | | | | |

Запоріжжя – 2020

**ЗАПОРІЗЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ**

|  |
| --- |
| Біологічний факультет |
| Кафедра загальної та прикладної екології і зоології |
| Рівень вищої освіти магістр |
| Спеціальність 101 Екологія |
| Освітньо-професійна програма Екологія та охорона  навколишнього середовища |

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| **ЗАТВЕРДЖУЮ** | | | |  |
| Завідувач кафедри загальної та прикладної екології і зоології,  д.б.н., проф. | | | | |
| О.Ф. Рильський | | | | |
| «\_\_\_\_» |  | \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_ | \_\_\_\_\_\_\_2020\_року | |

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| **ЗАВДАННЯ**  НА КВАЛІФІКАЦІЙНУ РОБОТУ СТУДЕНТЦІ | | | | | | | | | | | |
| Скринченко Каріни Андріївни | | | | | | | | | | | |
| (прізвище, ім’я, по-батькові) | | | | | | | | | | | |
| 1. Тема роботи | | Прогнозування рівня техногенного забруднення атмосферного повітря м. Запоріжжя. | | | | | | | | |
| керівник роботи | | кандидат фізико-математичних наук, доцент  Маслова О. В | | | | | | | | |
| затверджена наказом ЗНУ від | | | | « | \_\_ | » | \_\_\_\_\_\_\_\_ | 20\_\_ р. | № | \_\_\_\_\_ |
| 2. Строк подання студентом роботи | | | | | | «\_\_\_» \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_ 20\_\_\_ року | | | | |
| 3. Вихідні дані до роботи | | | Огляд наукової літератури щодо систем прогнозу забруднення атмосферного повітря | | | | | | | |
| 4. Зміст розрахунково-пояснювальної записки (перелік питань, які потрібно | | | | | | | | | | |
| розробити): | Провести дослідження ефективності різних прогнозних систем розповсюдження забруднення атмосферного повітря. Розрахувати вплив якості і кількості атмосферного повітря на винекнення респіраторних захворювань. | | | | | | | | | |
| 5. Перелік графічного матеріалу (з точним зазначенням обов’язкових креслень): 13 таблиць, 26 рисунків. | | | | | | | | | | |

6. Консультанти розділів роботи

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| Розділ | Прізвище, ім’я, по-батькові  та посада консультанта | Підпис, дата | |
| завдання  видав | завдання прийняв |
| 4 | Притула Н.М., к.с.г.н., доцент |  |  |

7. Дата видачі завдання \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_

**КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН**

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| № з/п | Назва етапів кваліфікаційної роботи | Строк виконання етапів роботи | Примітки |
| 1. | Огляд літературних джерел. Написання відповідного розділу роботи. | жовтень − грудень 2019\_\_ | Виконано |
| 2. | Вивчення, засвоєння методик дослідження. Написання відповідного розділу роботи. | січень –  лютий 2020 | Виконано |
| 3. | Засвоєння правил техніки безпеки під час виконання експериментальної частини. Написання відповідного розділу роботи. | квітень − березень 2020 | Виконано |
| 4. | Проведення експериментальних досліджень. Оформлення результатів експерименту (таблиці, рисунки). Написання відповідного розділу роботи. | травень, червень,  вересень 2020 | Виконано |
| 5. | Оформлення кваліфікаційної роботи.  Передзахист роботи. | листопад − грудень 2020 | Виконано |
| 6. | Рецензування кваліфікаційної роботи | грудень 2020 | Виконано |
| 7. | Захист кваліфікаційної роботи | грудень 2020 | Виконано |

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| Студентка |  |  |  | Скринченко К.А. |
|  |  |  |  |  |
| Керівник роботи |  |  |  | Маслова О.В. |
|  |  |  |  |  |
| Нормоконтроль пройдено | | | | |
| Нормоконтролер |  |  |  | Притула Н.М. |
|  |  |  |  |  |

РЕФЕРАТ

В роботі 89 сторінки, 19 таблиць, 17 рисунків, було використано 90 літературних джерел, із них 17 іноземною мовою.

Стан атмосферного повітря м. Запоріжжя та Запорізької області залишається незадовільним. Зростаючий вплив несприятливих факторів навколишнього середовища, що залежить від антропогенного забруднення повітря, є одним із факторів поширеності захворювання серед дорослих та дітей. В даний час в Україні не існує єдиної програми роботи з атмосферою на площі. Дані моніторингу фрагментовані і не мають конкретного тлумачення.

Об’єкт дослідження: атмосферне повітря Запорізької області

Мета: Визначити основні джерела викидів забруднюючих речовин в регіоні; визначити закономірності розподілу забруднюючих речовин та місця з високим рівнем небезпеки; висвітлити вплив деяких хімічних сполук (ксенобіотичного походження) на живі організми та приватну людину;

Об’єкт дослідження: у Запорізькій області здійснюється моніторинг семи забруднюючих речовин (пил, діоксид азоту (NO2), діоксид сірки (SO2), оксид вуглецю, формальдегід (H2CO), свинцевий та бензо (а) пірен).

Предмет дослідження: Принципи та закономірності розподілу забруднюючих речовин, їх вплив на навколишнє середовище та людину.

Методи дослідження: статистична обробка даних моніторингу, інформації з екопаспортів міста та даних бюро статистики; математичне моделювання, картографічні методи.

В результаті роботи було отримано карти фонового забруднення регіону з очікуваними концентраціями забруднюючих речовин, що спостерігаються на них. Крім того, на основі літературних джерел були визначені райони з різними вражаючими можливостями.

Перспективи використання: Надалі, на основі отриманої інформації, можна створити програмне забезпечення для рекомендацій щодо раціоналізації харчування. Це завдяки антагоністичній дії зменшить інтоксикацію людського організму забруднюючими речовинами.

ЗАБРУДНЕННЯ ПОВІТРЯ, ВИКИДИ, ГАУСОВІ МОДЕЛІ, МОДЕЛЮВАННЯ, ПРОГНОСТИКАЦІЯ, ДИФУЗІЯ

abstract

In the work of 89 pages, 19 tables, 17 figures, 90 literary sources were used, 18 of them in a foreign language.

The condition of the atmospheric air of Zaporizhia and Zaporizhia region remains unsatisfactory. The growing impact of adverse environmental factors, which depends on anthropogenic air pollution, is one of the factors in the prevalence of the disease in adults and children. At present, there is no uniform program for the work of the atmosphere on the square in Ukraine. Monitoring data are fragmented and have no specific interpretation.

The object of the study: atmospheric air of the Zaporozhye region

Purpose: Identify the main sources of pollutant emissions in the region; identify patterns of distribution of pollutants and locations with a high level of danger; to highlight the effects of certain chemical compounds (xenobiotic origin) on living organisms, and man in private;

Object of research: seven pollutants monitored in the Zaporizhia region (dust, nitrogen dioxide (NO2), sulfur dioxide (SO2), carbon monoxide, formaldehyde (H2CO), lead and benzo(a)pyren).

Subject of study: Principles and patterns of distribution of pollutants, their impact on the environment and humans.

Methods of research: statistical processing of monitoring data, information from eco-​​passports of the city and data from bureau statistics; mathematical modeling, cartographic methods.

As a result of the work, it was received the maps of background pollution of the region with the expected concentrations of pollutants observed on them.   
In addition, based on literature sources, areas with different impressive capacity were identified.

Perspectives of use: In the future, based on the information received, it is possible to create software for recommendations on nutrition rationalization. This will, due to the antagonistic action, reduce the intoxication of the human body with pollutants.

AIR POLLUTION, EMISSIONS, GAUSSIAN MODELS, MODELING, PROGNOSTICATION, DIFFUSION.

ЗМІСТ

ПЕРЕЛІК УМОВНИХ ПОЗНАЧЕНЬ, СИМВОЛІВ, ОДИНИЦЬ, СКОРОЧЕНТ ТА ТЕРМІНІВ………………………………………………………………………..7

ВСТУП…………………………………………...……………………….………….9

1 ОГЛЯД НАУКОВОЇ ЛІТЕРАТУРИ………………………..................................12

1.1. Особливості атмосферних викидів запорізького регіону ................... 12

1.2. Загальні принципи розповсюдження атмосферних масс з ксенобіотичними агентами ………………………………………………………...23

1.3. Властивості хімічних аерозолів, харектарних для Запорізького регіону.........................................................................................................................28

1.4. Прямий і опосередкований вплив хімічних атмосферних агентів на навколишнє середовище та людину Моніторинг водних ресурсів та водних об´єктів…………………………….………………………………..…..…....40

1. МАТЕРІАЛИ ТА МЕТОДИ ДОСЛІДЖЕННЯ………………………….....43
2. ЕКСПЕРЕМЕНТАЛЬНА ЧАСТИНА………………………………………52
   1. Проведення досліджень в виробничих та промислових стоках……....52
   2. Дослідження в створах вище та нижче місця впливу………………….56
   3. Довготривалий прогноз викидів у атмосферне повітря в м. Запоріжжя до 2030 року………………………………………………………………62

ОХОРОНА ПРАЦІ ТА БЕЗПЕКА У НАДЗВИЧАЙНИХ СИТУАЦІЯХ……….65

ВИСНОВКИ…………………………………………………...................................72

ПРАКТИЧНІ РЕКОМЕНДАЦІЇ……………………………………………….......74

ПЕРЕЛІК ПОСИЛАНЬ …………………………………………………………....75

ДОДАТОК А………………………………………………………………..……....87

ДОДАТОК Б………………………………………………………………………...89

ПЕРЕЛІК УМОВНИХ ПОЗНАЧЕНЬ, СИМВОЛІВ,

ОДИНИЦЬ, СКОРОЧЕНЬ І ТЕРМІНІВ

ГДК – гранично допустима концентрація

CO – оксид вуглецю

NH3 – аміак

CH4 – метан

NO – оксид азоту

C2 – сажа

NO2 – діоксид азоту

SO2 – діоксид сірки

Pb – свинець

CO2 – вуглекислий газ (двоокис вуглецю)

ГДК – гранично – допустимі концентрації

ГДК м.р – гранично допустима максимально разова концентрація

ОБРВ – орієнтовно безпечні рівні впливу

ПВП – первинний вимірювальний перетворювач

ВВП – вторинний вимірювальний перетворювач

ПАВ – Поліциклічні ароматичні вуглеводні

ВГ – відпрацьованих газах

ВООЗ – Всесвітня організація охорони здоров’я

ЄС – Європейський Союз

мкм – мікрометр, одиниця виміру довжини

Пил НДЗС – недиференційований за складом пил

HQ – індекс небезпеки

LUR – регресійна модель з фізико-географічними змінними

NDVI – відносний індекс вегетації

РМ10 – зважені частки з діаметром часток менше 10 мкм

РМ2,5 – зважені частки з діаметром часток менше 2,5 мкм

РМ1 – зважені частки з діаметром часток менше 1 мкм

RfC – референтна концентрація

SRTM – радарна топографічна зйомка

US EPA – Агентство з охорони довкілля США

USGS – Геологічна служба США

С – концентрація, моль/дм³

см³ – сантиметр кубічний

дм³ – дециметр кубічний

ВСТУП

Одним з найважливіших завдань охорони атмосферного повітря на державному рівні є прогнозування та зменшення забруднення атмосферного повітря в містах. Своєчасний і обгрунтований прогноз ситуацій дозволяє значно поліпшити якість атмосферного повітря в містах. Прогнозування забруднення атмосферного повітря у м. Запоріжжі здійснюється відповідно до «Руководства по краткосрочным прогнозам» та «Методики короткострокового прогнозу забруднення атмосфери в м. Запоріжжя», розробленої Українським гідрометеорологічним інститутом А.П.Семеновим спеціально для м. Запоріжжя у 1993 році. Розрахунок проводяться щоденно на основі метеорологічних данних.

Актуальність дослідження: на сучасному рівні розвитку технологіїй можливо використання потужнішої обчислювалювльної можливості, що дозволяє вибрати більш точний спосіб прогнозу. Враховуючи це, методики 1993 року, що використовуються зараз є застарілими. Плюс, більшість методик не враховують біотичні перетворення речовин, концентруючись лише на метеорології і турбулентних процесах.

**Об’єктом дослідження** є процес формування і розповсюдження забруднюючих речовин в приземному шарі атмосферного повітря.

**Предмет дослідження** є системи прогнозу короткочасного забруднення атмосферного повітря в м. Запоріжжі.

**Метою кваліфікаційної роботи** є пошук і оптимізація шляхів прогнозу розповсюдження забруднення в повітряному басейні на основі вже існуючих систем, що функціонують в Україні і світі і прогоз впливу на урбоекосистему

Для досягнення поставленої мети були сформульовані наступні **завдання** досліджень:

1. Встановити особливості забруднення повітряного басейну м. Запоріжжя і закономірності метереологічної ситуації.
2. Проаналізувати вплив нинішнього антропогенного навантаження на атмосферу і населення.
3. Проаналізувати існуючі системи моніторингу і прогнозу розповсюдження ксенобіотичних атмосферних викидів.
4. Рекомендувати оптимальну схему системи короткочасного прогнозу розповсюдження викидів в атмосфері від стаціонарних джерел з урахуванням впливу.
5. Протестувати запропоновану ситему довготривалого прогнозу

**Методи дослідження**: статистичні методи(кореляційний анліз Пірсона хі-квадрат), методика стаціонарної моделі Гауса, Методика ОНД – 86, «Методики короткострокового прогнозу забруднення атмосфери в м.

Запоріжжя»1993(А.П.Семенова).

**Наукова новизна** полягає у тому, що вперше проведено системний аналіз існуючих систем прогнозу забруднення атмосферного повітря. Встановлено, що найросповсюдженішими є методи короткочасного прогнозу на основі Гаусовських моделей, які сприраються в більшій мірі на метеорологічні умови. Компонуючи їх з данними підприємств, на яких проводиться постійний моніторинг об’єму і якості викидів, врахувавши вірогідні хіміко-біотичні перетворення та особливості забудівлі міста можливо створити максимально точні прогнози розповсюдження забруднюючих речовин в приземному шарі, без потреби постійного моніторингу кожної точки. Для цього потрібно створити програмне забезпечення. Що підв’язане до данних метеорологічних станцій. Основні затрати в такому випадку лягають на розробку програмного забезпечення і підтримання зв’язку з метоостанціями і підприємствами. Оскільки підприємства і метоеостанції, у своїй регламентації і так проводять потрібну для функціонування данної системи діяльність.

Окрім того в данному дослідженні була спроба прослідкувати прямий кореляційний зв’язок між захворюванням дихальних шляхів і викидами певних забруднююючих речовин в атмосферу. Про пряму кореляцію говорити не можна,бо виявилась інтегральна залежність замість лінійної. Але, варто зазначити, шо слід провести додаткові дослідження на вплив ЗР на стан здоров’я населення в цілому.

Результати експериментальних досліджень кваліфікаційної роботи магістра можуть бути використані у змісті навчальних дисциплін:

* Прогнозування стану довкілля;
* Моніторинг якості навколишнього середовища.;
* Геоінформаційні системи в екології;
* Системний аналіз якості навколишнього середовища.

Апробація роботи: матеріали робот були представлені на 8 регіональній науково-практична конференція студентів, аспірантів та молодих вчених «Актуальні проблеми та перспективи розвитку природничих, медичних та фармацевтичних наук» в рамках теми «SO2 як екологічний фактор впливу на здоров’я людини» та на Міжнародній наукова конференції «Теорія та практика сучасної науки і освіти» на тему «Сучасний стан, проблеми і перспективи розвитку систем моніторингу атмосферного повітря в Україні»

1 ОГЛЯД НАУКОВОЇ ЛІТЕРАТУРИ

* 1. Особливості атмосферних викидів запорізького регіону

За 2019 рік викиди забруднюючих речовин в атмосферне повітря стаціонарними джерелами по Запорізькій області склали 173,4 тис. тон. В структурі викидів забруднюючих речовин основну частину складають діоксид та інші сполуки сірки, оксиди азоту, оксид вуглецю та речовини у вигляді суспендованих твердих частинок, недиференційованих за складом (табл.1.1).

Таблиця 1.1 Викиди забруднюючих речовин в атмосферне повітря стаціонарними джерелами по Запорізькій області у 2019 році

|  |  |
| --- | --- |
| Назва забруднюючої речовини | Обсяг викидів, тис. т |
| Метали та їх сполуки | 0,5 |
| Стійкі органічні забруднювачі | 0,06 |
| Оксид вуглецю | 53,1 |
| Діоксид та інші сполуки сірки | 76,8 |
| Сполуки азоту | 28,5 |
| Речовини у вигляді суспендованих твердих частинок | 11,6 |
| Неметанові леткі органічні сполуки2 | 1,9 |
| Всього | 173,4 |

Як свідчить динаміка викидів забруднюючих речовин по м. Запоріжжю та області, найбільший внесок в забруднення атмосферного повітря Запорізької області (87 %) вносять викиди забруднюючих речовин від стаціонарних джерел ПАТ «Запоріжсталь» та ВП Запорізька ТЕС АТ «ДТЕК ДНІПРОЕНЕРГО».

Обсяги викидів ПАТ «Запоріжсталь» за 2019 рік зменшились, а саме:

склали 51,831 тис. т (на 0,46 тис. т менше, ніж у 2018 році).

Обсяги викидів від ВП Запорізька ТЕС АТ «ДТЕК ДНІПРОЕНЕРГО» у 2019 році склали 98,651 тис. т (на 0,59 тис. т більше, ніж у 2018 році).

Основний внесок у забруднення атмосферного повітря м. Запоріжжя вносять промислові підприємства – найбільші забруднювачі, викиди яких становлять 60 – 70 % від загального валового обсягу викиду забруднюючих речовин.

Це такі підприємства, як: ПАТ «Запоріжсталь», ПрАТ «Дніпроспецсталь», АТ «Запорізький завод феросплавів», ПрАТ «Український графіт», ПрАТ «Запорізький абразивний комбінат», ПрАТ «Запоріжкокс», ТОВ «Запорізький титано-магнієвий комбінат», ПрАТ «Запоріжвогнетрив», ПрАТ «Запорізький завод зварювальних флюсів та скловиробів» та інші.

Незначне зменшення обсягів викидів забруднюючих речовин в атмосферне повітря у 2019 році, обумовлене, головним чином, зменшенням обсягів виробництв найбільшими підприємствами-забруднювачами атмосферного повітря в порівнянні з 2018 роком.

Аналіз динаміки викидів забруднюючих речовин в атмосферне повітря показав, що обсяги викидів в атмосферне повітря від стаціонарних джерел в 2019 році порівняно з 2018 роком зменшились на 1 %. (рис. 1.1.1.).



0

50

100

150

200

250

300

2015

2016

2017

2018

2019

**обсяги викидів, тис. тон**

**роки**

стаціонарні

джерела

Рис. 1.1. Динаміка викидів забруднюючих речовин в атмосферне повітря стаціонарними джерелами по Запорізькій області

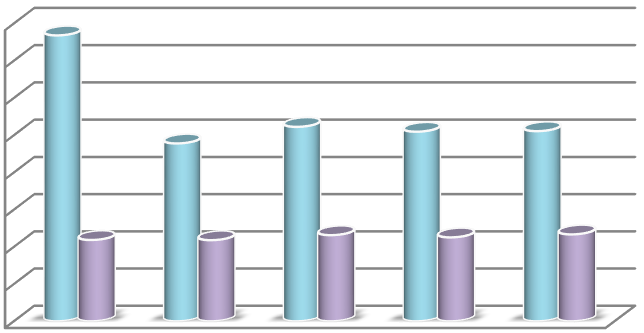
У 2019 році за даними Головного управління статистики у Запорізькій області про викиди забруднюючих речовин в атмосферне повітря від стаціонарних джерел звітувало 524 підприємства, що на 20 підприємств більше, ніж у 2018 році. Викиди забруднюючих речовин в атмосферне повітря стаціонарними джерелами за 2019 рік становлять 173,4 тис. т, що на 1,3 тис. т менше 2018 року (у 2018 р. – 174,7 тис. т).

У середньому по області одним підприємством від стаціонарних джерел забруднення було викинуто 330,918 т/рік (у 2018 році 346,692 т/рік) забруднюючих речовин, що на 5,5 % менше 2018 року.

Таблиця 1.2 Динаміка викидів в атмосферне повітря, тис. т

|  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Рооки | Викиди в атмосферне повітря, тис. т. | | Щільність викидів у розрахунку на 1 км2, тонн | | Обсяги викидів у розрахунку на 1 особу, кг | |
| стаціонарними  джерелами | пересувними  джерелами | стаціонарними  джерелами | пересувними  джерелами | стаціонарними джерелами | пересувними  джерелами |
| 2015 | 193,7 | 76,7 | 9,9 | 2,82 | 153,6 | 43,7 |
| 2016 | 167,0 | 76,071 | 6,1 | 2,8 | 95,6 | 43,6 |
| 2017 | 180,9 | 80,189 | 6,7 | 2,95 | 104,5 | 46,3 |
| 2018 | 74,7 | 77,345 | 6,4 | 2,85 | 101,9 | 45,1 |
| 2019 | 173,4 | 79,278 | 6,4 | 2,9 | 102,2 | 46,7 |

У 2019 році збільшились обсяги викидів забруднюючих речовин від стаціонарних джерел у розрахунку на одну особу і склали 102,2 кг, тоді як у 2018 році – 101,9 кг та від пересувних джерел – 46,7 кг, проти 45,1 кг у 2018 році (рис. 1.1.2).



0

20

40

60

80

100

120

140

160

2015

2016

2017

2018

2019

**кг на одну особу**

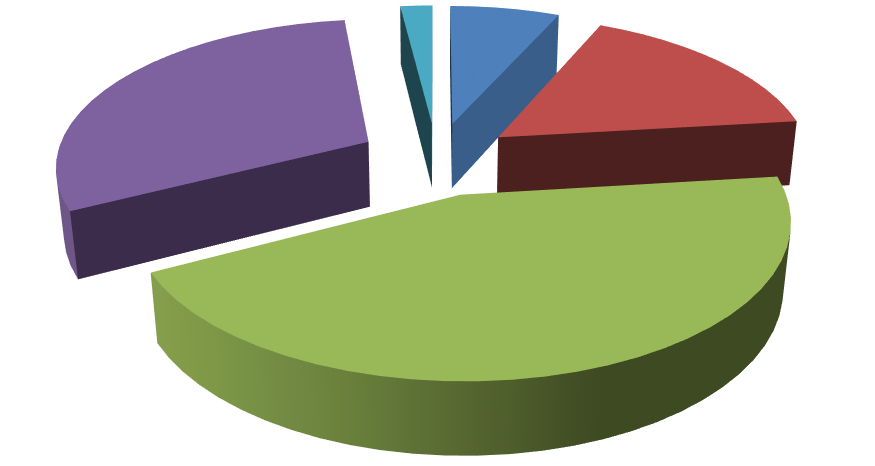
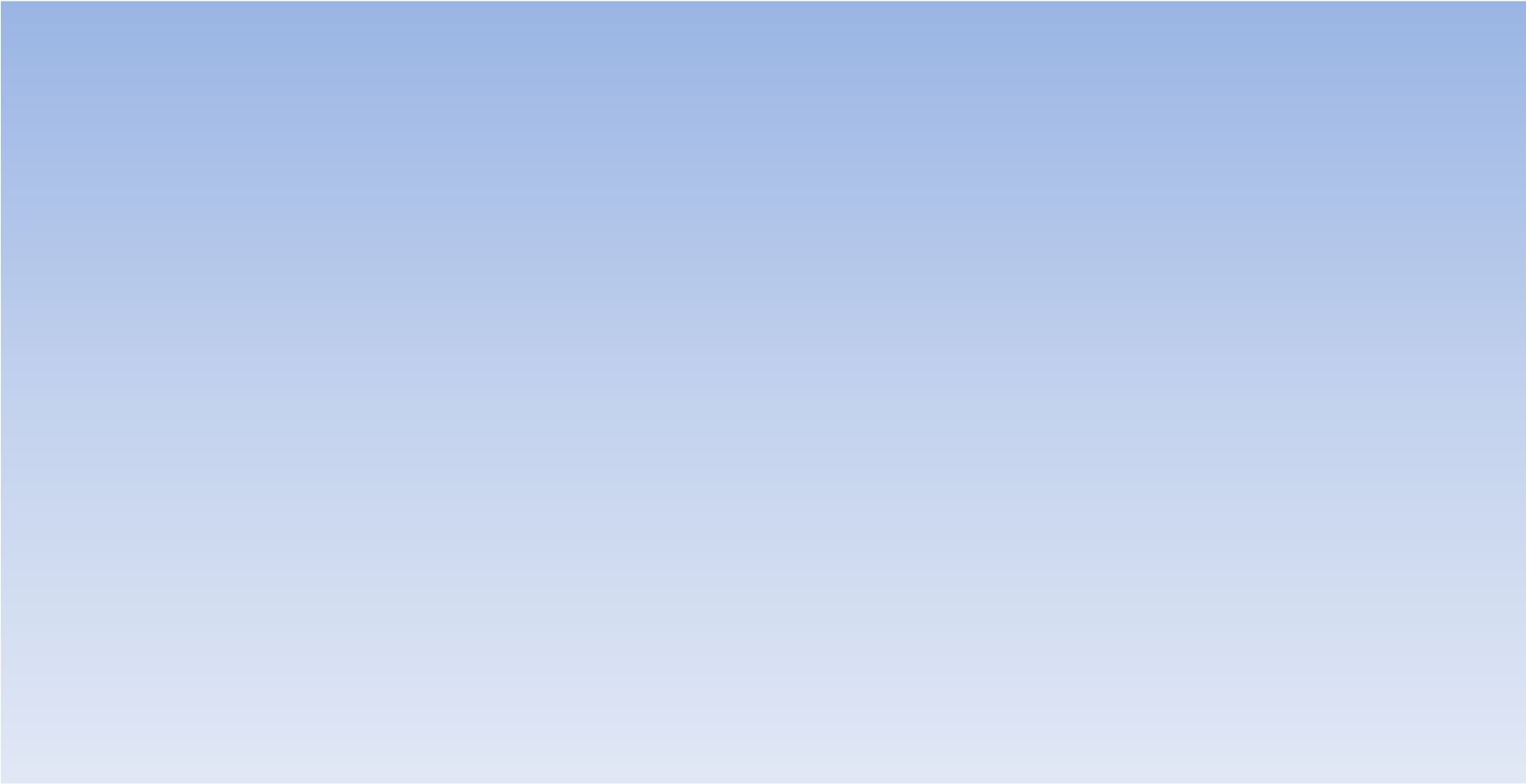
**роки**

стаціонарні джерела

пересувні джерела

Рис. 1.2 Динаміка викидів забруднюючих речовин в атмосферне повітря у розрахунку на 1 особу по Запорізькій області

У 2019році щільність викидів від стаціонарних джерел викидів на 1 км2 залишилась незмінною, та склала 6,4 т на 1 км2, від пересувних джерел – незначно збільшилась і склала 2,9т на 1 км2, проти 2,85 т на 1 км2 у 2018 році.



пил (6,69%)

сполуки азоту

(16,44

%

)

діоксид та інші

сполуки сірки

(44,29

%

)

Рис. 1.3 Структура викидів основних забруднюючих речовин в атмосферне повітря Запорізької області



0

20

40

60

80

100

120

140

160

180

200

2015

2016

2017

2018

2019

**обсяг викидів, тис. тон**

оксид вуглецю

сполуки азоту

діоксид та інші

сполуки сірки

пил

Рис. 1.4 Динаміка викидів основних забруднюючих речовин в атмосферне повітря стаціонарними джерелами Запорізької області

Основний внесок у забруднення атмосферного повітря м. Запоріжжя вносять промислові підприємства – найбільші забруднювачі, викиди яких становлять 60 - 70% від загального валового обсягу викиду забруднюючих речовин. Найбільшими забруднювачами атмосферного повітря в регіоні залишаються підприємства чорної та кольорової металургії, теплоенергетики, хімії, машинобудування, харчової промисловості, на які припадає приблизно 90,0 % викидів всіх забруднюючих речовин. Це такі підприємства, як: ПАТ «Запоріжсталь», ПрАТ «Дніпроспецсталь», АТ «Запорізький завод феросплавів», ПрАТ «Український графіт», ПрАТ «Запорізький абразивний комбінат», ПрАТ «Запоріжкокс», ТОВ «Запорізький титано-магнієвий комбінат», ПрАТ «Запоріжвогнетрив», ПрАТ «Запорізький завод зварювальних флюсів та скловиробів» та інші, обсяги викидів яких за рік склали:

ВП Запорізька ТЕС АТ «ДТЕК ДНІПРОЕНЕРГО» –98,651тис.т (проти 98,059 тис. т у 2018 р.);

ПАТ «Запоріжсталь» –51,831 тис. т (проти 52,294 тис. т у 2018 р.);

АТ «Запорізький завод феросплавів» –7,061 тис. т (проти 77,512 тис. т у 2018 р.);

ПрАТ «Дніпроспецсталь» – 0,659 тис. т (проти 0,731 тис. т у 2018 р.);

ПрАТ «Запорізький абразивний комбінат» –2,412 тис. т (проти 2,488 тис. т у 2018 р.);

ПрАТ «Запоріжкокс» –1,625 тис. т (проти 1,804 тис. т у 2018 р.);

ПрАТ «Український графіт» – 1,359 тис. т (проти 1,426 тис. т у 2018 р.);

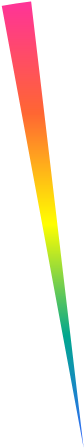
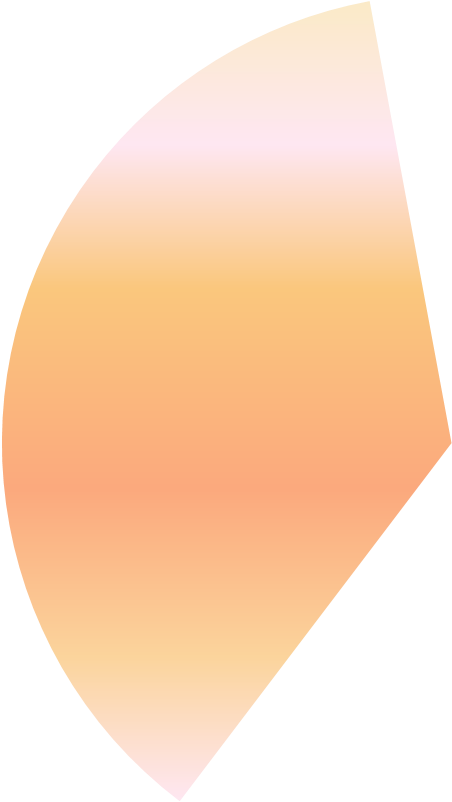
ПрАТ «Запоріжвогнетрив» – 0,307 тис. т (проти 0,281 тис. т у 2018 р.);

ТОВ «Запорізький титано – магнієвий комбінат» – 0,761 тис. т (проти 0,816 тис. т у 2018 р.);

АТ «Мотор Січ» – 0,548 тис. т (проти 0,575 тис. т у 2018 р.);

Згідно із проведеним аналізом (див. табл. 1.3) спостерігається зменшення викидів забруднюючих речовин в атмосферне повітря від стаціонарних джерел порівняно з попереднім роком.

Зменшення обсягів викидів забруднюючих речовин в атмосферне повітря вищезазначеними підприємствами обумовлене, головним чином, зменшенням обсягів виробництва і впровадженням на підприємствах природоохоронних заходів, встановлених умовами дозволів на викиди та регіональними природоохоронними програмами, а збільшення – зі збільшенням обсягів виробництва.



Постачання електроенергії,

газу, пари та

кондиційованого повітря

(58%)



металургійне

виробництво(35%)



виробництво коксу та

продуктів

нафтоперероблення (1%)

виробництво харчових

продуктів (1%)

Інші види діяльності (1%)

Рис. 1.5. Структура викидів забруднюючих речовин в атмосферне повітря по основним видам економічної діяльності Запорізької області

Транскордонне забруднення повітря - це забруднення повітря, фізичне джерело якого розташоване повністю або частково в межах території, що перебуває під національною юрисдикцією однієї держави, і негативний вплив якого виявляється на території, що перебуває під юрисдикцією іншої держави, причому на такій відстані, що неможливо визначити частку окремих джерел (або їх груп) викидів.

На території Запорізької області спостереження за транскордонним забрудненням атмосферного повітря не проводиться.

У 2019 році фахівцями ДУ «Запорізький ОЛЦ МОЗ України» здійснювався моніторинг за станом атмосферного повітря.

Впродовж 2019 року лабораторіями ДУ «Запорізький ОЛЦ МОЗ України» проведено 3457 моніторингових досліджень атмосферного повітря, з них у 301 (8,68 %) виявлені перевищення гранично - допустимих концентрацій.

За вказаний період у м. Запоріжжя проведено 1382 дослідження атмосферного повітря, з них 205 (14,8 %) не відповідали нормативним показникам.

Протягом року перевищення гігієнічних нормативів в атмосферному повітрі обумовлювали наступні показники: пил (26,8 % від загальної кількості відхилень), фенол (35,2 %), сірководень (23,9 %), сірковуглець (10,7 %), азоту діоксид (2,9 %), аміак (разово), перевищення яких реєструвались в межах від 1,1 до 2,9 ГДК.

Найбільше забруднення атмосфери в 2019 році зафіксовано у Вознесенівському (41,9 % від загальної кількості перевищень), Заводському (39,5 %), Шевченківському (8,8 %), Дніпровському (7,8 %) районах. В Олександрівському районі зазначена кількість становила 2 %. У Хортицькому та Комунарському районах перевищення не реєструвались.

Основний внесок у забруднення атмосфери вносять промислові підприємства, викиди яких становлять 50 - 60 % від загального валового викиду шкідливих речовин.

Багаторічний моніторинг якості атмосферного повітря свідчить про стабільно високе його забруднення як на межі санітарно-захисних зон, так і в житлових районах. Основною причиною забруднення атмосферного повітря м. Запоріжжя залишаються застарілі технології та устаткування, на базі яких функціонують підприємства і які не можуть забезпечити дотримання сучасних гігієнічних нормативів.

Запоріжжя - єдине місто в області, де проводяться дослідження стану атмосферного повітря по постам спостереження забруднення (ПСЗ). Систематичні спостереження за вмістом забруднюючих речовин в атмосферному повітрі м. Запоріжжя проводяться Запорізьким обласним центром з гідрометеорології на 5 стаціонарних постах.

Оцінка стану атмосферного повітря за 2019 рік здійснювалась за середньомісячними концентраціями у кратності перевищень середньодобових гранично – допустимих концентрацій (далі – ГДК) по пріоритетним забруднюючим речовинам. Пріоритетними забруднюючими речовинами вважались ті речовини, які вносять найбільший вклад в забруднення атмосферного повітря міста і контролювались на стаціонарних постах спостережень за забрудненням атмосферного повітря.

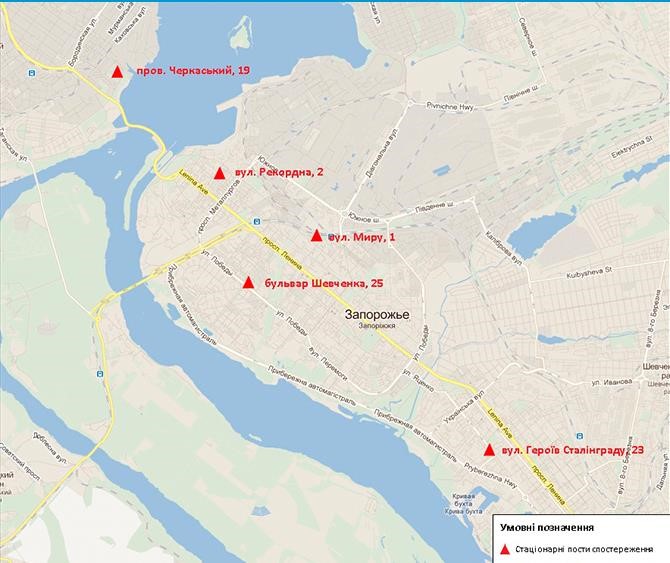


Рис.1.6 Схема постів спостереження стану атмосферного повітря у м. Запоріжжі

Таблиця 1.4. Динаміка перевищень ГДК забруднюючих речовин в житловій забудові міста Запоріжжя, %

|  |  |
| --- | --- |
| Період, рік | % перевищень ГДК |
| 2015 | 9,08 |
| 2016 | 7,63 |
| 2017 | 9,07 |
| 2018 | 7,21 |
| 2019 | 8,1 |

Таблиця 1.5. Динаміка середньорічних концентрацій забруднюючих речовин в атмосферному повітрі м. Запоріжжя, значення середньорічних концентрацій у кратності ГДК

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Забруднюючі речовини |  | Рік | | |  |
| 2015 | 2016 | 2017 | 2018 | 2019 |
| Двоокис азоту | 2,2 | 2,0 | 2,2 | 2,0 | 2,0 |
| Двоокис сірки | 0,2 | 0,2 | 0,2 | 0,1 | 0,1 |
| Окис азоту | 1,0 | 1,0 | 1,0 | 0,8 | 0,8 |
| Окис вуглецю | 0,3 | 0,3 | 0,3 | 0,3 | 0,4 |
| Пил | 0,7 | 0,7 | 0,7 | 0,7 | 0,8 |
| Фенол | 2,0 | 2,0 | 2,0 | 2,0 | 2,0 |
| Фтористий водень | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,2 |
| Хлористий водень | 0,2 | 0,2 | 0,2 | 0,2 | 0,2 |
| Формальдегід | 1,7 | 1,7 | 1,3 | 1,3 | 1,7 |
| Сульфати розчинені | - | - | - | - |  |
| Сірководень | - | - | - | - |  |

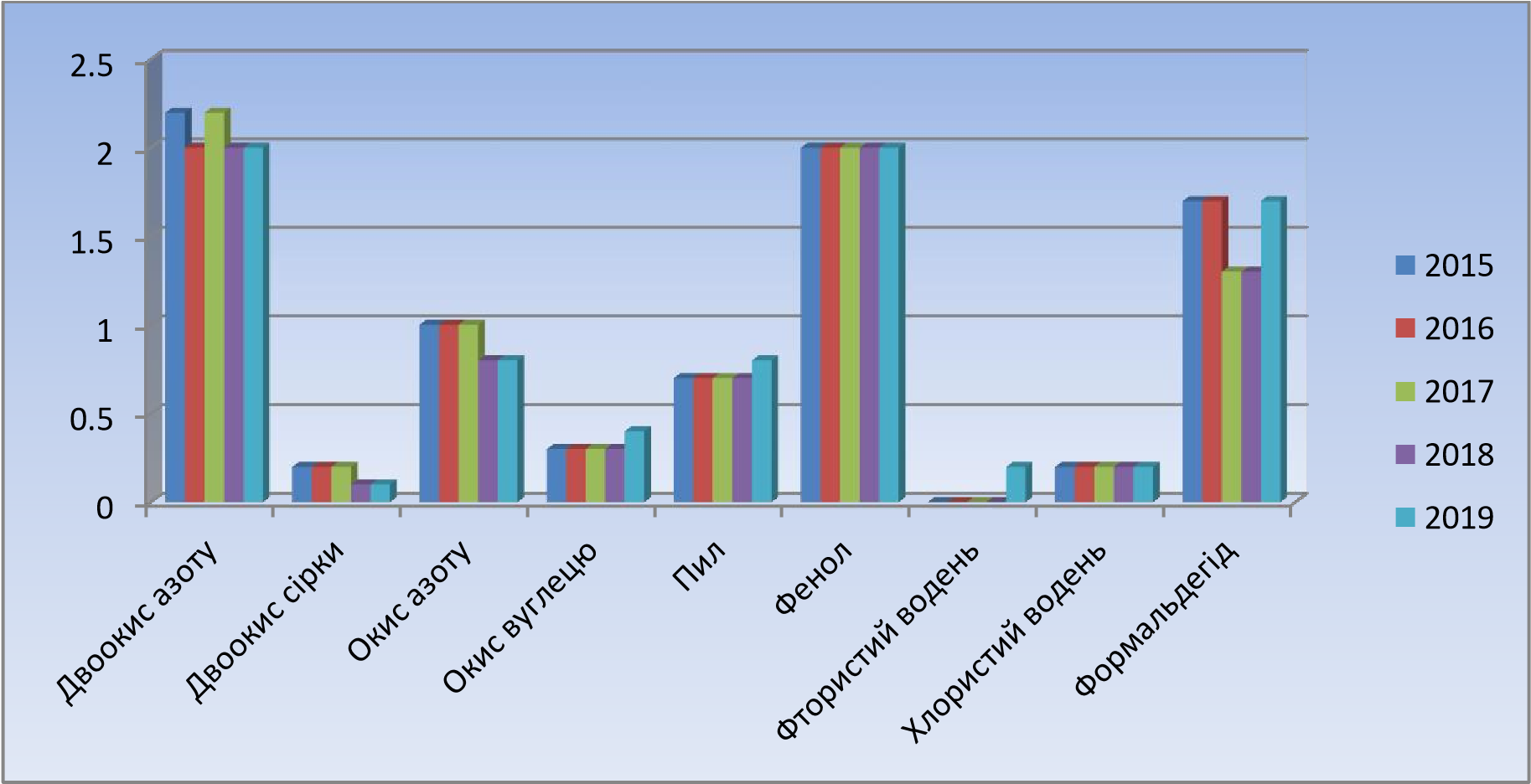


Рис. 1.7. Динаміка середньорічних концентрацій забруднюючих речовин в атмосферному повітрі м. Запоріжжя

У порівнянні з попереднім роком не змінився вміст у повітрі двоокису азоту, двоокису сірки, окису азоту, фенолу, хлористого водню. Збільшився вміст окису вуглецю, пилу, фтористого водню та формальдегіду. Високі та екстремально високі рівні забруднення повітря в м. Запоріжжя протягом 20152019 років не зареєстровані.

На цьому ж малюнку ми бачимо, що і в 2019 році вміст двоокису азоту, фенолу та формальдегіду перевищує ГДК.

Основні підприємства міста Запоріжжя розташовані на промисловому майданчику, який знаходиться в північно-східній частині міста. Таким чином, забруднення атмосферного повітря над основними районами міста відбувається при напрямках вітру від північно-західного через північ – до східного. При південному напрямку вітру забруднюється Заводський район, у якому крім промислових підприємств, також мешкають люди. Південно-західний та західний вітер сприяє виносу забрудненого повітря за місто**.** Вітер, швидкість якого 0-4 м/с, забруднює місто незалежно від напрямку[19].

1.2 Загальні принципи розповсюдження атмосферних масс з ксенобіотичними агентами

Вивчення стану повітряного середовища міст, особливо великих, з високим екологічним навантаженням від впливу промислових підприємств, свідчить про складні процеси трансформації ЗР у житловому середовищі , що вимагає розробки прогнозних моделей для визначення концентрації забруднюючих речовин.

Практично всі проведені дослідження переносу забруднень в міському середовищі стосуються питань обтікання будівель і споруд по висоті, включаючи дах [20]. При цьому не враховується осадження важких компонентів на поверхні землі під час штилю та помірного вітру. На прикладі Сумського ПАТ «Сумихімпром», зареєстровано багато скарг населення на забруднення саме приземного шару повітря при інверсії, зокрема сульфур (IV) оксидом та туманом сульфатної кислоти.

При розгляді питання розсіювання ЗР в умовах міста необхідні знання дифузійного та турбулентного перенесення маси та тепла, взаємодії повітряного потоку з елементами забудови міста. Існуючі моделі розсіювання забруднюючих речовин в умовах міста не враховують вплив рельєфу та параметрів забудови поблизу будівель, приводяться у вигляді напівемпіричних залежностей, справедливих лише для конкретного випадку, або у вигляді обробки даних вимірів. Таким чином, у випадку прогнозування розсіювання шкідливих речовин в умовах міста не можна використовувати спрощені методи, які базуються тільки на висоті будівлі, а потрібно враховувати вплив забудов[22]

Пил та забруднюючі речовини потрапляють у приземні шари атмосфери, підхоплюються циркуляцією повітря з підвітряного боку будівлі, тому значно впливають на атмосферне повітря міст. Амплітуда підвітряної циркуляції залежить від габаритів будівлі, а також від швидкості вітру. Необхідно також враховувати щільність забудови міста. У щільній міській забудові утворення кільцевих вихрів навколо будинків практично неможливе, повітряний потік фактично перетікає через дахи будинків. Тому при оцінці розповсюдження забруднюючих речовин значна увага повинна приділятися коефіцієнту провітрюваності, який характеризує аерацію житлових масивів:

, (1.1)

де *Рв*– нормативний швидкісний напір вітру на відкритій місцевості, який визначається за метеоданими, Па; *Рз* – напір вітру в житловій забудові, Па;

(1.2)

*Рбар*– середній барометричний тиск, Па; *Рнів*– тиск нівелірної висоти, Па.

Чим більший *А*, тим краще провітрювання житлового масиву. Найкраща забудова з *А* 1. При *А*0 відсутня циркуляція повітря, що призводить до тривалого застою ЗР у житловій забудові.

На рис. 1.2.1 наведена модель трансформації забруднюючих речовин з урахуванням забудови житлового мікрорайону на місцевості з незначними змінами рельєфу та практично однаковою висотністю.

При моделюванні перенесення забруднюючих речовин виходимо з таких положень. Міська вулиця являє собою відкритий зверху канал висотою *Н* та довжиною *L*. Повітря в ньому рухається під дією ініціюючого потоку, але при цьому на потік діє опір при течії вздовж нерівних поверхонь стін будівель. Приймаємо потік забруднюючої речовини рівномірно розподіленим і враховуємо його як стаціонарне джерело.

Для визначення зміни концентрації забруднюючих речовин по висоті будинків *Н* розглянемо двовимірну модель, допускаючи, що перенесення речовини відбувається по висоті будинків *H* і довжині вулиці *L* при постійних параметрах забудови.



S

м



S

м



S

м



S

ж



S

n

S

х

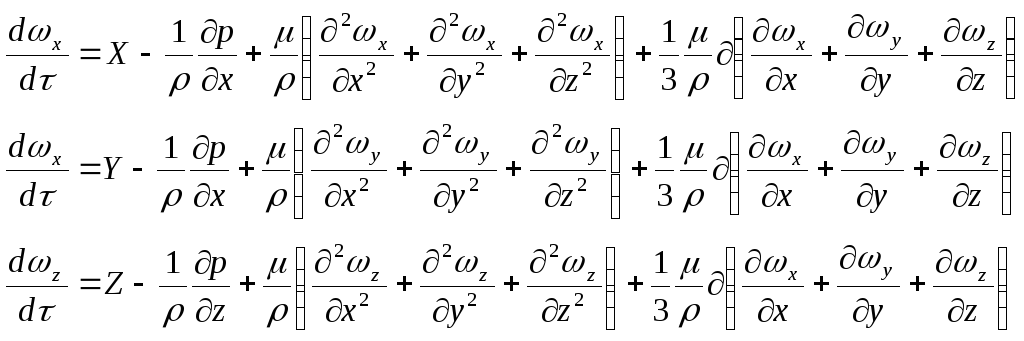
y

Рис 1.8 – Модель трансформації ЗР по висоті мікрорайону:

*S* – область розповсюдження ЗР; *Sж* – область житлового района;

*Sп* – приземний шар; *S*м – зона міської сфери

Запишемо систему диференціальних рівнянь Нав‘є-Стокса, нерозривності та молекулярної дифузії для вертикального і горизонтального напрямків перенесення забруднюючої речовини в межах розрахункової площі *S=H.L*:

 (1.2.3)

де *u v*, – компоненти вектора швидкості повітряного потоку, м/с; *x y*, – координати ( *x*– по довжині вулиці; *y* – по висоті забудови); σ – опір житлового масиву руху повітря, Па.

Початкові умови:

*W*(0, ,*x y*) *W x yS* ( , ), *C*(0, ,*x y*) *C x yS* ( , ), *р*(0, ,*x y*)  *рS* (*x y*, ) , (1.4)

де *W* – вектор швидкості повітряного потоку з компонентами *u v*, .

Граничні умови:

*W t x y*( , , ) *W**S* (*t x y*, , ), *C t x y*( , , ) *C**S* (*t x y*, , ). (1.5)

При вирішенні задачі у відповідності з рисунком 3.4 необхідно врахувати наступне:

1. На межі вертикальна швидкість *v* на висоті *Н* дорівнює

нулю, горизонтальна швидкість вітрового потоку стабілізується, тобто, при *y* = *H, v* = 0, =0;

1. На межі , на деякій віддалі від житлової забудови повітряний потік стабілізується, тобто *, v* = 0, =0;=0/

Розв‘язок системи (1..2) з урахуванням наведених початкових (1.3) та граничних (1.4) умов, а також з урахуванням запропонованих спрощень із застосуванням методу розщеплення із використанням сіток з кількістю вузлів 25х121 [58-59] дозволив отримати залежність концентрації ЗР від коефіцієнта провітрюваності та залежність розповсюдження забруднюючих речовин за висотою *Н* від швидкості вітру *W*.

Отримані дані свідчать, що зниження коефіцієнта провітрюваності призводить до того, що в підстильній зоні концентрація забруднюючих речовин залишається високою навіть при великих швидкостях вітру (крива 3 рис. 3.2). Це свідчить про актуальність раціонального планування та забудови населених пунктів.

*С,* мг/м3

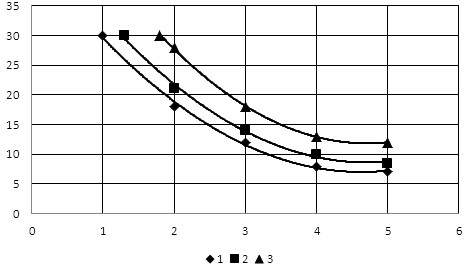
*W*, м/с

Рис. 1.9 – Зниження концентрації забруднюючих речовин за

рахунок провітрюваності території міста: 1 – А=0,9; 2 – А=0,5; 3 – А=0,1

Як видно з рис.3.3, компоненти повітряної суміші з густиною більше ніж 1,2 кг/м3 до швидкості вітру 4 - 5 м/с знаходяться у приземній зоні висотою 2 - 2,5 м. При вищих швидкостях значний вплив чинять вихрові потоки, які мають вертикальний зсув та сприяють винесенню забруднюючих речовин у більш високі шари атмосферного повітря.

Н, м

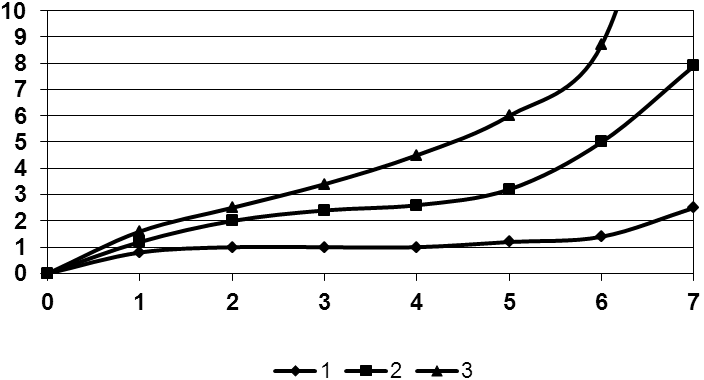
 *W,* м/с

Рис. 1.10 – Залежність розповсюдження забруднюючих речовин від швидкості вітру по висоті забудови при різних густинах компонентів: 1 – *ρ* = 2 кг/м3; 2 – *ρ* = 1,2 кг/м3; 3 – *ρ* = 0,8 кг/м3

Таким чином, найбільш великотоннажні забруднювачі атмосферного повітря, які чинять вплив на довкілля на всіх рівнях, до глобального, наприклад, оксиди карбону, нітрогену, сульфуру, пил, знаходяться у просторі переважного проживання людини, що завдає шкоди здоров‘ю населення та висуває завдання розробки заходів щодо зменшення викидів забруднюючих речовин [57, 60].

1.3 Властивості хімічних аерозолів, харектарних для Запорізького регіону

Атмосферне повітря є основним середовищем існування біосфери, в тому числі людини. В результаті розвитку цивілізації утворене протягом еволюції Землі постійне співвідношення між головними компонентами повітря (табл. 1.3.1) істотно не змінилося. Основні гази атмосфери (азот, кисень, аргон) по суті прозорі для довгохвильової та короткохвильової радіації та розсіюють її. На екологію істотно впливають газові домішки, які за походженням можуть бути природними і антропогенними. До їх природних джерел відносяться вітрова ерозія, винесення солей з поверхні морів і океанів, вулканічні та біологічні процеси, надходження з космосу[3].

Одним з основних джерел забруднення навколишнього середовища є теплові електростанції. Останні дані фахівців з комунальної гігієни свідчать, що токсична дія хімічних речовин у поєднанні з шумом та вібрацією зростає в 2,5–3 рази. В результаті хімічної взаємодії двох токсичних речовин можуть синтезуватися нові шкідливі інгредієнти, більш небезпечні для людини. При взаємодії канцерогенних вуглеводнів та оксидів азоту синтезуються сполуки, що діють на генний фонд людини. На мал. 2.1 наведена структурна схема впливу забруднюючих шкідливих речовин на навколишнє природне середовище.

Показані на схемі лінії впливу на навколишнє середовище залежать від сили та інтенсивності цього впливу. Слабкі компоненти даної системи, як правило, не привертають до себе уваги фахівців і тому ними зазвичай не займаються. Фахівці-екологи активно займаються сильними впливами, які помітно проявляються і відволікають на себе головну увагу[9].

Таблиця 1.3. Склад постійних компонентів сухого повітря на рівні моря

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| Речовина | Об'ємна концентрація в чистому сухому повітрі на рівні моря, % | Загальна кількість газів в атмосфері, ·106 т |
| Азот N2 | 78,09 | 3900000 |
| Кисень O2 | 20,95 | 1200000 |
| Аргон Ar | 0,932 | 67000 |
| Моноксид вуглецю | Сліди | 0,6 |
| Діоксид вуглецю | 0,032 | 2600 |
| Метан CH4 | 2·10-6 | 4 |
| Ксенон Xe | 8,2·10-8 | 2 |
| Оксид діазоту N2O | 0,5·10-6 | 2 |
| Діоксин азоту NO2 | < 2·10-8 | 0,013 |
| Оксид азоту NO | Сліди | 0,005 |
| Діоксин сірки SO2 | < 10-6 | 0,002 |
| Аміак NH3 | Сліди | 0,020 |

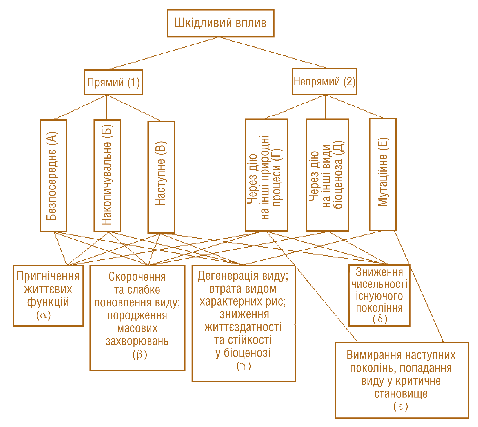


Рис. 1.11 Структурна схема системи шкідливого впливу на навколишнє природне середовище забруднюючих речовин та продуктів згоряння палива

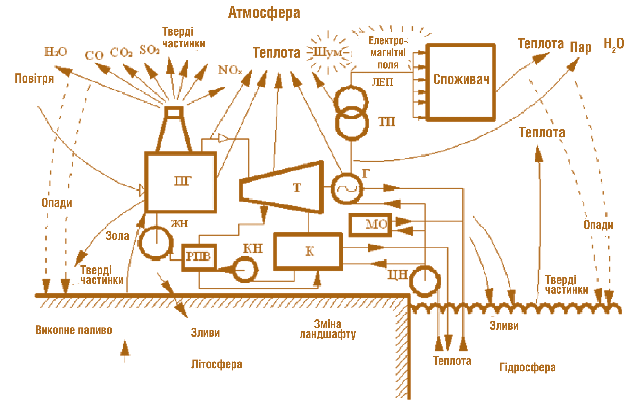
**

Рис. 1.12 Схема взаємодії ТЕС з навколишнім середовищем: ПГ – парогенератор; Т – турбіна; К – конденсатор; ЖН, КН, ЦН – відповідно живильні, конденсаторні та циркуляційні насоси; РВП – регенеративний підігрів живильної води; Г – генератор електричного струму; МО – масоохолоджувач; ТП – трансформаторна підстанція; ЛЕП – лінії електропередач

Таблиця 1.4 Основні види газових та аерозольних забруднюючих викидів енергетичних об'єктів

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| Паливо | Аерозолі | Газові викиди |
| Паливо | Зола | Сажа | CO2 | H2O | NO2 | SO2 | NO | CO |
| Природний газ | – | – | + | + | + | – | + | + |
| Мазут | + | + | + | + | + | + | + | + |
| Вугілля | ++ | + | + | + | + | + | + | + |

Ланцюги впливів, які не швидко виявляються та ведуть до необоротних наслідків, іноді тривалий час не помітні. Їх можна зафіксувати тільки при поглибленому дослідженні, якщо проводити його систематично протягом тривалого часу. Навіть нефахівці відносно легко фіксують деякі прояви в їхньому ранньому стані. Найчастіше починають фіксувати, а потім займатися прямими діями. Непряму шкідливу дію складніше фіксувати та реєструвати результати її компенсації, виявляти необхідність та мету природоохоронних заходів, отримувати деяку віддачу від їх реалізації.

Аналізуючи в цілому зміст малюнка, можна прийти до висновку, що слід вести роботу, спрямовану на видалення прямого шкідливого впливу теплоенергетики на навколишнє середовище, оскільки в його результатах немає неважливих і тому задача компенсування їх комплексу є також комплексною та поетапною.

Схема взаємодії ТЕС (на базі конденсаційних паротурбінних установок) з навколишнім середовищем представлена на мал. 2.2. Як видно, при роботі ТЕС мають місце різні негативні впливи на всі компоненти біосфери: атмосферу, гідросферу та літосферу.

До забруднюючих газових та аерозольних викидів об'єктів енергетики відносяться викиди різного характеру, що порушують рівновагу природного середовища в локальних (місцевих), регіональних та глобальних масштабах, а також умови проживання живих організмів.

Газові та аерозольні забруднюючі викиди та їх шкідливі впливи. При спалюванні рідкого та твердого палива відбуваються викиди у вигляді твердих частинок, які, потрапляючи в атмосферу, утворюють так звані аерозолі. Аерозолі можуть бути нетоксичними, порівняно малотоксичними та токсичними, наприклад частинки вуглецю, на поверхні яких може адсорбуватися бензопірен (С20Н12) – сильнодіюче канцерогенне з'єднання[6,11].

Тверді частинки розсіюють сонячне світло, так що значна частина його не досягає поверхні Землі. В результаті тепловий баланс зміститься у бік зниження температури. Отже, техногенно можливо впливати на температур Землі: як нагріти (вуглекислий газ), так і охолодити (аерозоль) Землю.

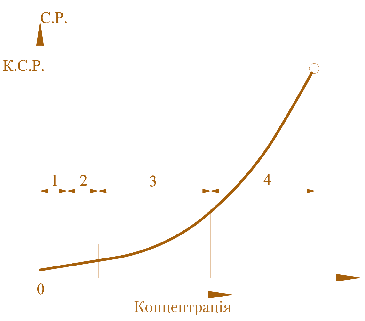


Рис.1.13. Залежність ступеня ризику для людини від концентрації токсичних газів в атмосфері: 1–4 – фази впливу; с.р. – ступінь ризику; к.с.р – критичний ступінь ризику ний режим

У матеріальних балансах процесів горіння твердого та рідкого палива певну роль відіграють тверді продукти згоряння – зола. Зольністю палива називають баласт в розрахунку на суху масу палива. Вона залежить від природи палива та якості його вироблення. Розрізняють первинну золу – залишки мінеральних домішок, що входили до складу палива при його обробці, вторинну золу – сторонні мінеральні речовини, рівномірно розподілені в горючій масі палива, та породу – мінеральні речовини, які потрапили в паливо при його видобутку. Зміст первинної золи в сухій масі палива зазвичай не перевищує 1–1,5%, породи – 2–2,5%. Характеристиками золи з точки зору впливу на навколишнє середовище є дисперсність, змішуваність, сипучість, щільність, абразивність і електропровідність.

Різноманітні викиди теплових електростанцій можна кваліфікувати 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.

Газові викиди також можуть бути токсичними (NO2, SO2, NO, CO та ін.) і нетоксичними (СO2 та Н2O). Всі трьохатомні гази (Н2O, NO2, SO2 та особливо СO2) належать до «парникових газів», оскільки вони характеризуються селективною поглинальною здатністю в інфрачервоній області теплового випромінювання та сприяють створенню парникового ефекту.

Газові викиди, потрапляючи в атмосферу, чинять складний фізико-хімічний (на першій стадії) та біологічний (на наступних стадіях) вплив на живі організми (перш за все на людину), рівень та характер якого залежать від їх концентрації у повітрі (мал. 2.3).

Як видно з мал. 2.3, зі збільшенням концентрації токсичних газів йде поступове зростання ступеню ризику (перші три фази) з подальшим різким його підвищенням на четвертій – останній – фазі.

Концентрації, при яких відбувається трансформація ступеня ризику, залежать від виду токсичного викиду (табл. 2.3).

Таб 1.5 Концентрація токсичного газу наприкінці четвертої фази визначає критичну ступінь ризику – небезпечний для життя рівень при короткочасному впливі.

|  |  |
| --- | --- |
| Тривалість та характер впливу | Вміст у повітрі, мг/м3 |
| Тривалість та характер впливу | СО | SO2 | NO*х* |
| Кількість годин без помітного впливу | 115 | 65 | 15 |
| Ознаки легкого отруєння або подразнення слизових оболонок через 2–3 год. | 15–575 | 130 | 20 |
| Можливе серйозне отруєння через 30 хв. | 2300–3500 | 210–400 | 100 |
| Небезпечно для життя при короткочасних діях | 5700 | 1600 | 150 |

Вуглекислий газ (СО*2*) утворюється в результаті спалювання викопних видів палива, таких як вугілля, нафта, природний газ, штучних і синтетичних палив та біомаси (деревина). Це основна компонента (з числа триатомних газів), що сприяє створенню «парникового ефекту». В результаті неповного згоряння виділяється також монооксид вуглецю СО – токсичний газ, який шкідливо впливає на серцево-судинну систему людини. *Діоксид сірки*(сульфітний ангідрид) SО2 – один з найбільш токсичних газоподібних викидів енергоустановок, який складає більше 90% викидів сірчистих сполук з димовими газами котлоагрегатів (решта – SO3). Найбільшу кількість сірки містять вугілля та важкі види нафтопродуктів; легкі нафтопродукти містять меншу кількість сірки і, нарешті, бензин та природний газ практично не мають її у своєму складі.

Діоксид сірки впливає на окислення, руйнує матеріали, шкідливо впливає на здоров'я людини. Тривалість його перебування в атмосфері відносно невелика: у порівняно чистому повітрі – 15–20 діб, в присутності великої кількості аміаку та інших речовин –декілька годин. При наявності кисню SO2 переходить в SO3 і, взаємодіючи з водою, утворює сірчану кислоту. Кінцеві продукти зазначених реакцій розподіляються таким чином: у вигляді опадів на поверхню літосфери – 43%, на поверхню гідросфери – 13%; поглинається: рослинами – 12%, поверхнею гідросфери – 13%. Накопичення сірковмісних сполук в основному відбувається у Світовому океані. Вплив цих продуктів на людей, тварини, рослини та інші речовини різноманітний і залежить від їх концентрації та багатьох факторів навколишнього середовища[21].

Оксиди азоту (NO*x*) утворюються при спалюванні будь-якого з викопних видів палива, що містять азотні сполуки, а також тих, що не містять, за рахунок окислення азоту повітря. Азот утворює з киснем ряд сполук (N2O, NO, N2O3, NO2, N2O4 и N2O5), властивості яких, активність і тривалість існування різні та слабо залежать від виду і складу палива. Сумарну кількість оксидів азоту зводять до NO2. Їх концентрація визначається режимом та організацією процесів горіння палива.

Оксиди азоту шкідливо впливають на здоров'я людини, сприяють утворенню парникового ефекту та руйнуванню озонового шару. Крім того, оксиди азоту викликають «вимирання лісів», кислотні дощі й так далі.

Метан (СН*4*) утворюється в результаті розкладання органічних речовин, наприклад у сільському господарстві, при вуглевидобутку, в процесі нафтоі газовидобутку, газорозподілу і спалюванні біомаси. Метан також значно сприяє виникненню парникового ефекту[27].

Сполуки CFC. Chlorinated Flour Carbons, або фреони, відносяться до окремих малих газоподібних домішок в атмосфері. З'являються головним чином у результаті антропогенного впливу (при виробництві окремих теплоізоляційних матеріалів, пінопласту), виділяються з холодоагентів холодильників і морозильників. Фреони (основні руйнівники озонового шару атмосфери) підвищують рівень ультрафіолетового опромінення Землі з космосу. Їх присутність в атмосфері сприяє утворенню парникового ефекту.

Озон (О*3*). Утворюється на великих висотах (близько 30 км) при взаємодії кисню О2 та ультрафіолетового випромінювання Сонця, а також на низьких висотах в результаті фотохімічних реакцій (зокрема, при взаємодії оксидів азоту і гідрокарбонатів). Озон впливає на «парниковий ефект», негативно діє на здоров'я людини, культивування рослин, викликає «вимирання лісів».

Звеселяючий газ (N*2*O). Утворюється з натуральних матеріалів при виробництві харчових продуктів та енергії. Робить деякий вплив на парниковий ефект.

Аміак (NH*3*). Утворюється тільки в сільськогосподарському виробництві. Він чинить інтенсифікуючу та нейтралізуючу дію на окислення. Впливає на порушення балансу примикаючих морів, озер, річок через внесення надмірної кількості добрив (евтрофікації).

Сукупний вплив газових та аерозольних викидів енергетичних об'єктів може призвести до появи різних шкідливих екологічних наслідків, в тому числі кризових ситуацій у біосфері. До останніх відносяться: погіршення видимості атмосфери (локальний і регіональний характер); утворення опадів та кислотних дощів (локальний і регіональний характер);

Погіршення видимості атмосфери та фотохімічний смог. Прозорість атмосфери, що визначається шляхом візуальних спостережень, в метеорології називають «видимістю». Дальність видимості являє собою максимальну відстань в заданому напрямку, на якій неозброєним оком в денний час ще можна побачити і розрізнити рельєфний темний предмет, який перебуває над лінією горизонту.

Наявність в атмосфері звичайних для промислових міст аерозолів, діоксидів вуглецю та азоту в поєднанні з підвищеною вологістю призводить до зменшення видимості, знижує на 20–50% кількість сонячних днів (в порівнянні з сільськогосподарськими районами), зменшує кількість ультрафіолетових променів (наприклад у Парижі на 25–30%, у Берліні на 17–23% в порівнянні з прилеглими сільськогосподарськими районами). Все це призводить до порушень руху і аварій автомобільного, морського і повітряного транспорту.

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 аерозолю (ЗКА);
* SO2 та інші газоподібні сполуки сірки, які з високою швидкістю реагують в атмосфері, утворюючи частки сульфату та сірчаної кислоти, які знаходяться у вигляді аерозолю;
* NO та NO2, які реагують з утворенням нітрату і НNO3 у вигляді частинок, що входять до складу аерозолю; за певних умов червонобуре забарвлення NO2 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.

Існують й інші забруднення, що впливають на видимість.

Діоксид азоту (NO2) за наявності в атмосфері вуглеводнів у певних погодних умовах може стати джерелом ще однієї кризової екологічної ситуації під назвою смог, який вперше був зафіксований у вигляді лос-анджелеських туманів у 1948–1959 рр.

Природа цього явища полягає в тому, що при ультрафіолетовому опроміненні діоксиду азоту в атмосфері протікають хімічні реакції з утворенням оксиду азоту NO та озону O3. Надлишковий вміст у повітрі оксиду азоту може ініціювати процес розкладу озону.

При наявності в атмосфері вуглеводнів (СхНу) відбувається їх окислення з утворенням альдегідів, нітратів і т.д. Оксид азоту перетворюється на діоксид, з'являється озон, а також пероксиацилнітрат (PAN). При з'єднанні О3, NO2 та РAN утворюються фотохімічні оксиданти, які є однією з причин фотохімічного смогу.

Викиди енергетичних об'єктів у вигляді оксидів сірки та азоту (SO2 або NO2), потрапляючи в атмосферу, утворюють відповідні кислоти, солі.

Солі сірчаної (сульфіди) та азотної (нітрати) кислоти, які характеризуються високою гігроскопічністю, є додатковим джерелом генерування ядер конденсації та ядер вимивання, що може бути причиною порушення природного циклу утворення опадів.

Сірковмісні газові викиди можуть призвести до накопичення в опадах як газоподібного SO2, так і сульфатів або сірчаної кислоти у вигляді аерозолю. У результаті кислотність опадів значно зростає[39].

Оксиди азоту, зокрема NO та NO2, в атмосфері окислюються у нітрати та НNO3, в результаті накопичення яких в опадах також відбувається зменшення рН.

Підвищення проникності озонового шару, збільшення інтенсивності космічного випромінювання можуть призвести до незворотних негативних наслідків у вигляді мутації і переродження живих організмів, до канцерогенних захворювань людей, що піддаються підвищеній дозі космічного опромінення, зниження народжуваності населення та погіршення врожайності сільськогосподарських культур.

Тепловий вплив об'єктів енергетики на навколишнє середовище проявляється в порушенні теплової рівноваги навколишнього середовища і може бути прямим та непрямим. Прямий тепловий вплив викликається тепловими викидами в біосферу, його рівень визначається обсягами спалювання паливноенергетичних ресурсів.

В остаточному вигляді при спалюванні органічного палива практично вся його хімічна енергія перетворюється в теплову, причому частина цієї енергії викидається в концентрованому вигляді в навколишнє середовище на самому енергетичному об'єкті: з димовими газами, охолоджуючою водою, частково в системі золоі шлаковидалення. Інша частина розсіюється на різних стадіях виробництва, передачі й споживання електричної або теплової енергії, які виробляються на енергооб'єкті.

Величина антропогенного теплового випромінювання не перевищує 0,04% величини приходу до поверхні Землі сонячної енергії.

Прямі теплові викиди енергетичних об'єктів не можуть вплинути на тепловий баланс в глобальних масштабах. Проте вони здатні змінити локальний тепловий баланс в атмосфері та гідросфері, що є причиною зміни мікроклімату в місцях високої концентрації енерговиробництва та енергоспоживання. Відомий феномен більшої температури повітря у великих містах в порівнянні із сільською місцевістю на 2–3°С. Він пов'язаний з утворенням областей з підвищеним локальним викидом теплової енергії в атмосферу – так званих «островів теплоти». Такі «острова теплоти» нестійкі в часі внаслідок впливу вітру та інших атмосферних чинників.

1.4. Прямий і опосередкований вплив хімічних атмосферних агентів на навколишнє середовище та людину

Забруднення атмосферного повітря може спричиняти гостру і хронічну, специфічну і неспецифічну дію на організм людини. Може збільшуватись кількість хворих з гіпертонічною хворобою, злоякісними новоутвореннями, патологією органів дихання. Частіше реєструється ексудативний діатез, алергічний дерматит, гострі респіраторні захворювання з астматичним компонентом, набряк Квінке, бронхіальна астма. У дітей, що проживають в промислових районах із забрудненим атмосферним повітрям, індекс здоров'я зазвичай у 2-3 рази нижче, ніж у дітей контрольного району. У них може бути змінений імунний статус: знижені вміст імуноглобуліну, тощо.

Присутність в атмосферному повітрі комбінацій хімічних речовин може викликати синергічну дію шкідливих інгредієнтів. Збільшення у населення промислових міст частоти неспецифічної легеневої патології, особливо хронічного бронхіту, який онкологи розглядають як передраковий стан, дає підставу вважати, що забруднення атмосферного повітря, провокуючи хронічні запальні захворювання легень, можуть бути однією з причин підвищення ризику захворювання на рак легенів.

Зважаючи на постійне зростання кількості автомобільного транспорту у містах, оцінка рівнів його впливу на стан повітряного середовища, і, відповідно, на стан здоров’я населення лишається однією з домінуючих проблем. Викиди автомобільного транспорту є одним з основних факторів, що формують експозицію населення, яке проживає у районі автомагістралі та щодня пересувається вздовж автодоріг.

На теперішній час концентрації шкідливих речовин не досягають екстремальних значень (у п’ять разів вище гранично-допустимої й більше), що реєструвалися в області до 1990 року. Однак, і існуючий по області рівень забруднення атмосферного повітря є критичним та може призвести до росту числа хронічних захворювань і негативних тенденцій демографічних показників населення.

В останні роки дослідники приділяють значну увагу вивченню ролі оксиду азоту (NO), що полягає в забезпеченні ним оптимальної роботи цілого організму. Експериментально доведено важливу роль оксиду азоту в регуляції різних систем організму, тому показовим є те, що більшість хронічних захворювань прямо пов’язана з погіршенням функціонального стану систем і органів, відповідальних за синтез оксиду азоту в організмі (ендотелій кровоносних судин, клітини нервової та сполучної тканин – нейрони і макрофаги) [6, 9]. Таким чином, оксид азоту можна розглядати як один із найважливіших регуляторів загальних адаптивних можливостей організму, що забезпечує його оптимальне пристосування до зовнішніх впливів різного характеру і, як наслідок, підтримку необхідного рівня здоров’я загалом [16, 17, 28]. Джерелом NO в центральній і периферичній нервовій системі є неадренергічно-нехолінергічні (NANC) нейрони. Цей тип нейронів називають ще нітроергічними, їх досліджено в серці, травній системі й дихальних шляхах, де вони іннервують як судинну, так і гладку мускулатуру [11]. Стимуляція NANC-нейронів призводить до біосинтезу і виділення ними NO, який через посередництво цГМФ викликає, наприклад, бронходилатацію, релаксацію артеріальних судин, адаптивну релаксацію шлунка та ін. [41, 47]. Функції нейронального NO надзвичайно різноманітні: він контролює активність нейронів, є регулятором синтезу і секреції гормонів, температури тіла, нюху, прийняття їжі й води, вивільнення нейромедіаторів [11]. Оксид азоту відіграє істотну роль у виникненні й передачі болю у відповідь на запалення та ушкодження через свій вплив як на периферійні, так і на центральні вузли [1]. Ензими NO-синтаз, експресовані в периферійному спинномозковому корінцевому ганглії і центральних нейронах спинного мозку, активуються протягом запалення та ушкодження [7, 57]. Важливість продукування NO в разі болю нейропатичного і запального характеру добре досліджено за допомогою фармакодинамічних та генетичних наукових підходів [8, 52]. Показано, що NO у високій концентрації як продукт суперстимуляції рецепторів може впливати на інтернейрони, які блокують вхід ноцептивної інформації – системи, що відповідає за сприйняття болю, визначення його локалізації та характеру ушкодження тканин [54]. У зв’язку з цим, інтенсивну патологічну стимуляцію не контролюють нейрони задніх рогів, що призводить до ще більшого ослаблення та дезінтеграції природної опіоїдергічної системи і розвитку опіатної толерантності [48]. Ефекти NO також виражені в тих ділянках мозку, що відповідають за симпатичну активність і блукаючий нерв. Крім того, NO захищає головний мозок від ішемічних інсультів шляхом контролю осциляторної активності нейронів, але, разом із тим, може викликати і їх смерть внаслідок апоптозу клітин кіркових нейронів та астроцитів [3, 34]

1. МАТЕРІАЛИ ТА МЕТОДИ ДОСЛІДЖЕННЯ

Як вихідні дані використано щоденні матеріали спостережень стаціонарних постів (ПСЗА) за забрудненням атмосферного повітря, дані метеорологічної станції: напрям та швидкість вітру, температура повітря о 03 і 15 год, різниця температури повітря між попередньою та прогностичною о 03 год, синоптична ситуація. Ці дані отримано в Центральній геофізичній обсерваторії (ЦГО). Додатково розглянуто параметри затримувальних шарів (інверсії – приземні та піднесені, застої повітря), опади, наявність туманів, а також сонячну радіацію. Основний метод дослідження

– статистичний. Для розроблювання прогностичних схем використано метод множинної регресії. За допомогою кореляційного аналізу встановлено статистично значущі чинники, що формують рівень забруднення атмосферного повітря в місті. Прогностичний розрахунок базується на використанні методу множинної лінійної регресії з урахуванням нелінійності зв’язків шляхом відповідного перетворення предикторів. На незалежному матеріалі проведено випробування отриманих прогностичних схем щодо прогнозу рівнів забруднення атмосферного повітря.

Методика розрахунку. Розрахунок концентрації шкідливої речовини за методикою розсіювання Гауса:

На сьогодні для визначення зон розсіювання пилогазових викидів у атмосфері використовується багато моделей та методів. Метод, який ми будемо розглядати базується на гаусовській моделі розсіювання домішок у атмосфері в варіанті Паскуілла - Гріффорда (рекомендовано МАГАТЕ для оцінювання забруднення атмосфери підприємствами атомної промисловості та енергетики).

Розрахунок концентрації шкідливої речовини за методикою розсіювання Гауса виконується за наступною формулою:

, мг/м3 (2.1)

де C(x, y, z) – концентрація речовини в точці з координатами x, y, z, мг/м3; Q – інтенсивність викиду речовини з джерела забруднення, г/с ; K – коефіцієнт перерахунку = 1·106; V – вертикальні умови розсіювання домішки в атмосфері; стандартні відхилення розсіювання в горизонтальному та вертикальному напрямках відповідно, м; us – швидкість вітру на ефективній висоті джерела викиду, м/с.

У випадку коли джерело наземне, використовується наступна форма класичного рівняння:

, мг/м3 (2.2)

У цьому випадку концентрація вздовж осьової лінії струменю на рівні землі визначається як функція інтенсивності викиду, швидкості вітру та розсіювання домішок вздовж напрямку вітру.

Алгоритм виконання розрахунків концентрації шкідливої речовини за методикою розсіювання Гауса

1. Виконується розрахунок швидкості вітру на ефективній висоті джерела викиду за наступною формулою:

, (2.3)

де hs  - висота джерела викиду, м; uref  - приземна швидкість вітру, м/с; zref – висота, на якій визначається приземна швидкісті вітру (як правило 10 м), м; p – поправочний коефіцієнт, що враховує типи місцевості (міська чи сільська місцевість).

Таблиця 2.1 ‑ Значення поправочного коефіцієнта р залежно від класу стабільності атмосфери

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| Стабільність атмосфери | *p* для сільської місцевості | *p* для міської місцевості |
| A | 0.07 | 0.15 |
| B | 0.07 | 0.15 |
| C | 0.10 | 0.20 |
| D | 0.15 | 0.25 |
| E | 0.35 | 0.30 |
| F | 0.55 | 0.30 |

2. Розраховується ефективна висота джерела викиду за наступною схемою:

- визначається параметр Брига за формулою:

, (2.4)

де g- прискорення вільного падіння, g=9,8 м/с2; vs – швидкість виходу газів з джерела викиду, м/с; ds – діаметр джерела викиду, м; Ts – температура газів, що викидаються в атмосферу , 0С; Ta – температура оточуючого середовища, 0С.

- виконується розрахунок модифікованої висоти джерела викиду . При vs<1,5us

; (2.5)

в інших випадках 

- виконується розрахунок відстані, при якій досягається максимальна концентрація:

якщо Fb <55, то

 (2.6)

В інших випадках

 (2.7)

- Розрахунок ефективної висоти джерела: для класів стабільності атмосфери A, B, C, D при умові, що x<xf, , виконується за формулою

 (2.8)

В інших випадках

 (2.9)

Для класів стабільності атмосфери E, F розраховується коефіцієнт стабільності

 (2.9а)

де δΘ/δz для класу стабільності Е = 0,02 К/м, для F = 0,035 К/м.

Якщо  розрахунок ефективної висоти джерела виконується за формулами (2.8), (2.9).

В інших випадках, якщо , ефективна висота джерела викидів розраховується за формулою:

, (2.10)

В інших випадках

, (2.11)

3. Розрахунок σy та σx  виконується за формулами

, (2.12)

, (2.13)

де a, b, c, d, х – коефіціенти, що визначаються з таблиць, відповідно до класів стабільності атмосфери.

Таблиця 2..2 ‑ Значення коефіціентів *с* та *d* для формули (6.12)

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| Класи стабільності | *С* | *d* |
| A | 24.1670 | 2.5334 |
| B | 18.3330 | 1.8096 |
| C | 12.5000 | 1.0857 |
| D | 8.3330 | 0.72382 |
| E | 6.2500 | 0.54287 |
| F | 4.1667 | 0.36191 |

Таблиця 2.3 ‑ Значення коефіціентів *a* та *b* для формули (6.13)

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| Класи стабільності | *х* (км) | *A* | *b* |
| 1 | 2 | 3 | 4 |
| A\* | < 0.10 0.10 - 0.15 0.16 - 0.20 0.21 - 0.25 0.26 - 0.30 0.31 - 0.40 0.41 - 0.50 0.51 - 3.11 > 3.11 | 122.800 158.080 170.220 179.520 217.410 258.890 346.750 453.850 \*\* | 0.94470 1.05420 1.09320 1.12620 1.26440 1.40940 1.72830 2.11660 \*\* |
| B\* | < 0.20 0.21 - 0.40> 0.40 | 90.673 98.483 109.300 | 0.93198 0.98332 1.09710 |
| C\* | Всі | 61.141 | 0.91465 |
| D | < 0.30 0.31 - 1.00 1.01 - 3.00 3.01 - 10.00 10.01 - 30.00 > 30.00 | 34.459 32.093 32.093 33.504 36.650 44.053 | 0.86974 0.81066 0.64403 0.60486 0.56589 0.51179 |
| E | < 0.10 0.10 - 0.30 0.31 - 1.00 1.01 - 2.00 2.01 - 4.00 4.01 - 10.00 10.01 - 20.00 20.01 - 40.00 > 40.00 | 24.260 23.331 21.628 21.628 22.534 24.703 26.970 35.420 47.618 | 0.83660 0.81956 0.75660 0.63077 0.57154 0.50527 0.46713 0.37615 0.29592 |
| F | < 0.20 0.21 - 0.70 0.71 - 1.00 1.01 - 2.00 2.01 - 3.00 3.01 - 7.00 7.01 - 15.00 15.01 - 30.00 30.01 - 60.00 > 60.00 | 15.209 14.457 13.953 13.953 14.823 16.187 17.836 22.651 27.074 34.219 | 0.81558 0.78407 0.68465 0.63227 0.54503 0.46490 0.41507 0.32681 0.27436 0.21716 |

Таблиця 2.4 ‑ Класи стабільності атмосфери по Pasquill

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Швидкість вітру | Денний час  Рівень сонячного освітлення | | | Нічний час  Хмарність | |
| м/с | Сильне | Середне | Слабке | > 50%< | < 50% |
| < 2 | A | A – B | B | E | F |
| 2 – 3 | A – B | B | C | E | F |
| 3 – 5 | B | B – C | C | D | E |
| 5 – 6 | C | C – D | D | D | D |
| > 6 | C | D | D | D | D |

4. Розрахунок вертикальних умов розсіювання здійснюється за формулою:

, (2.14)

де he – ефективна висота джерела викидів (висота середньої лінії факела над рівнем землі), м;

; (2.15а)

; (2.15б)

; (2.15в)

; (2.15г)

m – лічильник інтерполяцій (для розрахунків достатньо 3-х інтерполяцій);

L – висота змішування, м.

 (2.16)

де u10 ‑ приземна швидкість вітру (як правило на висоті 10 м).

Інтерполяційні складові розраховується для класів стабільності A,B,C і D.

Класи стабільності атмосфери A, B, C – конвекція (сильна, помірна, слабка), клас D - ізотермія, класи E, F – інверсія (помірна і сильна).

Розрахунок величини концентрації пилогазових викидів в атмосферу, що виділяються стаціонарними джерелами за допомогою використання «Gaussian Dispersion Model Calculator»

На основі вихідних даних заповнюємо значення параметрів в програмі «Gaussian Dispersion Model Calculator».

Далі змінюючи значення *х*, м (ті які потрібні у вибраному варіанті розрахунково-графічної роботи) розраховуємо для них концентрації шкідливих речовин.

3 ЕКСПЕРЕМЕНТАЛЬНА ЧАСТИНА

3.1 Оцінка ефективності систем прогнозу якості атмосферного повітря в м. Запорізькій

Пілотний проект Європейської Комісії “Управління якістю атмосферного повітря в країнах Східного регіону ЄІСП”, в якому від України брав участь ДП “ДержавтотрансНДІпроект”. За підсумками проекту країнам-учасницям було передано інтегровану систему THOR-AirPAS, розроблену на базі кафедри інжинірингу навколишнього середовища Орхуського університету (Данія) для забезпечення прогнозування та управління забрудненням атмосферного повітря в містах. До складу системи THOR-AirPAS входить декілька моделей (DEHM – модель регіонального фону та метеорології, SPREAD – модель викидів, UBM – модель міського фону, OSPM – модель вуличних каньйонів), які дозволяють проводити оцінки якості повітря та складати прогнози забруднення атмосфери на регіональному та місцевому рівнях залежно від багатьох факторів впливу. Моделі даної системи функціонально взаємопов’язані за ієрархічним принципом організації вхідних та вихідних даних (рис. 1; ілюстрації полів Поширення європейських технологій (зокрема,

системи ТHOR-AirPAS) у практичну діяльність з управляння якістю атмосферного повітря в містах Українивважається перспективним, оскільки:

– дасть змогу здійснювати моделювання (зокрема,з метою оперативного прогнозування) стану забруднення міст залежно від факторів впливу та оцінку ефективності заходів, спрямованих на покращення якості атмосферного повітря в містах України (впровадження та підтримання європейських екологічних вимог (стандартів) до транспортних засобів, оптимізація дорожньої інфраструктури та функціонально-планувальної організації міста, управління транспортними потоками, введення обмежень на в’їзд до центральних частинміста визначених категорій транспортних засобів, розвиток та оптимізаці громадського транспорту тощо);

– надасть ефективний інструмент на шляху вирішення проблемзабруднення атмосферного повітря в містах України;

– дасть змогу здійснювати постійний моніторингякості атмосферного повітря України відповідно дотандартів ЄС

Для розробки математичної моделі процесу розповсюдження дрібнодисперсного пилу використаємо на диференціальне рівняння дифузійного перенесення [83]:

*C*  *u* *C* ** *C*  *w* *C*  ** \**C*   ** *C*  **2*C*  *k* , (3.1)

** *x* *y* *z* *z* *z*

де *u, v, w* – компоненти швидкості вітру за віссю декартової системи координат, м/с;

** – коефіцієнт горизонтальної дифузії в площині *(х, 0, у),* м2/с;

*γ* – коефіцієнт вертикальної дифузії в z - напрямку, м2/с;

*k* – параметр джерела, що залежить від координат і часу, *k= f (x, y, z, t)*;

*σ\** – величина, що пов‘язана з трансформацією субстанції, с-1.

Для дрібнодисперсного пилу нехтуємо силою тяжіння та розглядаємо одномірну задачу [93] , і у спрощеному вигляді рівняння 3.7 в умовах штилю, з урахуванням перенесення в нескінченному середовищі *- ∞ < х < ∞* набуває вигляду з урахуванням дельта-функції Дирака

**  *x*  *xo* 

– дельта-функція Дирака, що враховує інтегральний вміст частинок пилу, які дифундують в повітря за, а також кількість частинок, що осідають на поверхні землі, 1/м

:

**  ** \*  **

(3.2)

де ** – функція, що характеризує взаємодію домішок з підстилаючою поверхнею; *Н* – висота джерела викиду, м.

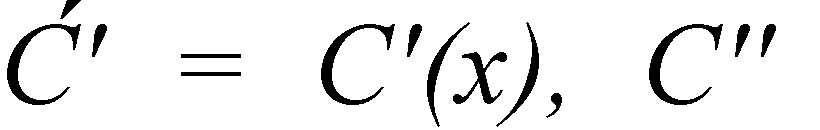
Роз‘язок рівняння проводимо при наступних граничних умовах: межею розсіювання пилу від стаціонарного джерела є розміри СЗЗ підприємства; джерело знаходиться в центрі координат; потужність викиду джерела є постійною величиною.

При чисельному розв'язуванні рівняння можна скористатися явними або неявними кінцево-різницевими схемами. Як явні, так і неявні схеми мають свої переваги та недоліки. В неявних схемах для апроксимації просторових похідних використовуються значення на *n+1* кроці по часу, і тому для продовження розрахунків на цьому кроці потрібно одночасно розв‘язувати систему алгебраїчних рівнянь, що не завжди є легкою справою. Іншим досить суттєвим недоліком застосування неявних схем для розв‘язування рівнянь переносу є їхня здатність часто приводити до нескінченної швидкості поширення збурень, тоді як у випадку застосування відповідних простих явних різницевих аналогів збурення поширюються на відстань, пропорційну просторовому крокові. Чисельний розв‘язок задачі було виконано за допомогою методу скінченнорізницевих рівнянь.

Для цього виконали дискретизацію простору, розбивши відстань від джерела до границі СЗЗ підприємства на розрахункові інтервали.

*h* = (3.3),

при точках розбиття *xi = xo + ih, i = 0, 1, …, n; xo = a; xn*

Значення функції *С = С(х)* та її похідних *= С′′(х)* позначимо відповідно через *Сі = Сі(хі), Сі′ = Сі′(хі), Сі′′ = і′′(хі).*

Вводимо позначення:

*μ\* = μ(х ), u = u (x ), σ\* = σ (x )* (3.4)

Отримане в результаті перетворень рівняння дозволяє розраховувати концентрацію дрібнодисперсного пилу на заданій відстані від джерела розсіювання при певній швидкості вітру та заданій потужності джерела та отриманням результату у вигляді відсоткових значень від концентрації на виході з джерела викиду.

Графічну модель розв‘язку рівняння було побудовано в програмному продукті Maplesoft 12.0. Для коригування значень концентрації пилу в межах СЗЗ вводимо безрозмірний коефіцієнт *Ск* = 1·10-3.

Концентрація пилу, % поч. концентр.

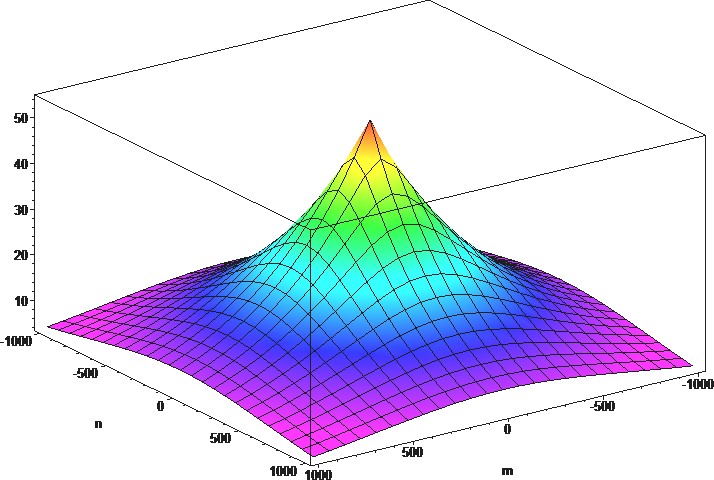


Рис. 3.1 – Модель розподілу концентрацій дрібнодисперсного пилу від джерела викиду: n, m – вісі координатної сітки, м

В результаті обробки експериментальних даних встановлюють, що викиди підприємства наближаються до значень ГДК і суттєво впливають на атмосферне повітря в прилеглих районах міста. Особливо цей вплив може бути відчутний при залпових викидах та низькій ефективності пилоочисного обладнання. Так, навіть на території за межею СЗЗ підприємства на листі дерев протягом вегетаційного періоду постійно спостерігається наявність шару характерного для даного підприємства пилу.

Таким чином, проведене моделювання дозволяє визначити зону техногенного навантаження при пиловому забрудненні атмосферного повітря та свідчить про необхідність розробки природоохоронних заходів по мінімізації викидів аерозольних частинок.

Така модель є макисмально ефективною для розрахунків пилового забруднення зі стаціонарного джерела викиду. Аналогічно розрахунки проводятьдля кождої групми ЗР.

Для підвищення ефективності прогнозу слід використовувати оперативні дані метерологічних станцій. Так, співпрацюючи з метео службами, знаючи точну тампереатуру і швидкість вітру в уожній обстежуваній зоні можна підвищити рівень прогнозних результатів від 70 до 93 відсотків.

Хоч основна деректива, що дїє для прогнозу в м. Запоріжжі це затверджена в 1986 році методика, але на її основі зручно можна розробити прогнозну систему, яка відповідає сучасним стандартам. Враховуюси, що сучасні комп'ютери здатні обробляти набагато більші об'єми даних, ніж це було 34 роки тому, а зв'язок з передачею данних є не най важчим завданням для програміста середнього класу, можливо отримувати короткочасний прогноз забруднення атмосфери погодинно.

Це дозволить якумога швидше інформувати населення про стан атмосфери в місті, підвишити рівень екологічної свідомості власників підприємств і оперативно реагувати на можливі аварії. Абсолютно всі можливості для запровадження сучасної системи моніторингу уже існують, потрібно лише вдало ними скористуватись.

Окрім того існує безліч робіт, пов'язаних з біотичними перетвореннями в атмосфері,[49,61]. В них опрацьовані коофіцієнти поправок на біотрансформації певних речовин. Використання яких під час напсисання програмного забезпечення дозволить підвищити точність прогнозу стану атмосферного повітря, менше спираючись на данні моніторингу.

3.2 Визначення типу залежності між вмістом і якістю викидів і станом здоров’я населення, щодо захворюваності на респіраторні захворювання.

Статистичні данні були отримані з Департаменту агропромислового розвитку та захисту довкілля Запорізької обласної державної адміністрації під час проходження виробничої практики в червні 2020 року, з Комунальної установа «Обласний інформаційно – аналітичний центр медичної статистики» Запорізької обласної ради по особистому запиту і за ухвалення головою центру Чуприном М. Я., а також з екологічних паспортів за 2010-2019 роки Запорізької області . Данні за період карантину враховані не були. Причини: різке збільшення звернень в лікарні і як наслідок викривлення кореляційних залежносте між респіраторними захворюваннями і забрудненнями атмосфери.

Аби прослідкувати кореляцію між станом здоров’я населення і якістю атмосферного повітря було розглянуто статистику захворювань за період 8 років відносно респіраторних захворювань((2010-2017) даних за 2018і пізніше не опубліковано в бюлетнях і брошурах), та інформацію про загальний тонаж і середній вміст в одиницях ГДК речовин, що підлягають обов’язковому Державному моніторингу.

Для перевірки гіпотези про залежність респіраторних захворювань від стану атмосфери було використано Коефіцієнт кореляції Пірсона (r-Пірсона), для зручності встановлення лінійного зв’язку. Кількість чоловік, що захворіли на хвороби дихальних шляхів за кожен рік почергово зрівнювалась з показниками загального тоннажу і Середнім вмістом речовин, що підлягають обов’язковому Державному моніторингу в одиницях ГДК. Для обрахунку критерію Пірсона використовувалась програма IBM SPSS Statistics Base 22.0, інтерфейс якої є більш зручним для використання, на думку автора диплома.

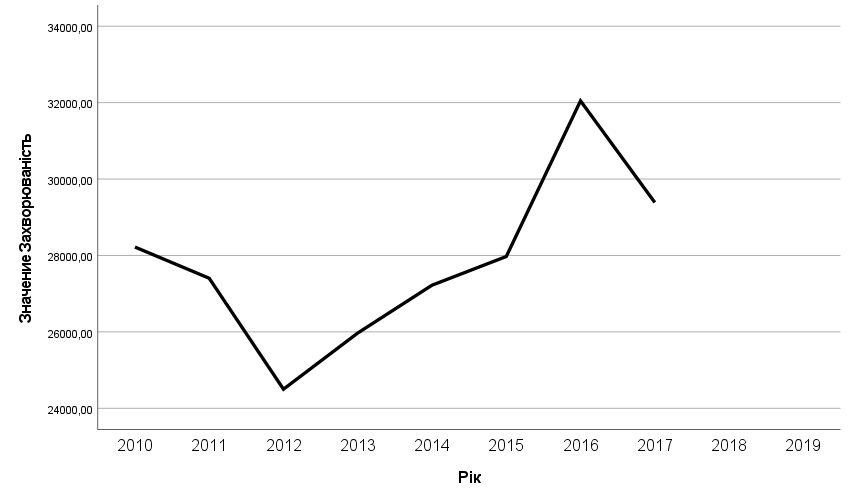


Рис 3.1 Динаміка захворюваності на респіраторні хвороби в 2010-2018

Рис. 3.2 Динаміка середнього вмісту забруднюючих речовин в одиницях ГДК за 2010-2019 роки

Таблиця 3.1 Критерій Пірсона для параметрів захворюваності і Середнього вмісту, Пилу (завислі речовини), в одиницях ГДК.

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
|  | | Люди | Пил |
| Люди | Кореляція Пірсона | 1 | 0,278 |
| знач. (двухстороння) |  | 0,505 |
| N | 8 | 8 |
| Пил | Кореляція Пірсона | 0,278 | 1 |
| знач. (двухстороння) | 0,505 |  |
| N | 8 | 8 |

Таблиця 3.2 Критерій Пірсона для параметрів захворюваності і Середнього вмісту Двооксиду азоту, в одиницях ГДК.

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
|  | | Люди | NO2 |
| Люди | Кореляція Пірсона | 1 | -0,724\* |
| знач. (двухстороння) |  | 0,042 |
| N | 8 | 8 |
| NO2 | Кореляція Пірсона | -0,724\* | 1 |
| знач. (двухстороння) | 0,042 |  |
| N | 8 | 8 |

Таблиця 3.3Критерій Пірсона для параметрів захворюваності і Середнього вмістуДвооксиду с ірки, в одиницях ГДК.

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
|  | | Люди | SO2 |
| Люди | Кореляція Пірсона | 1 | 0,278 |
| знач. (двухстороння) |  | 0,505 |
| N | 8 | 8 |
| SO2 | Кореляція Пірсона | 0,278 | 1 |
| знач. (двухстороння) | 0,505 |  |
| N | 8 | 8 |

Кореляція не значима.

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
|  | | Людей | Тони |
| Людей | Кореляція Пірсона | 1 | -0,722\* |
| знач. (двухстороння) |  | 0,043 |
| N | 8 | 8 |
| Тони | Кореляція Пірсона | -0,722\* | 1 |
| знач. (двухстороння) | 0,043 |  |
| N | 8 | 8 |
| \*. Кореляція значима на рівні 0,05 (двухстороння). | | | |

Таблиця 3.4 Критерій Пірсона для параметрів захворюваності і Середнього вмісту Оксиду азоту, в одиyицях ГДК.

|  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
|  | | | Люди | | NO | |
| Люди | Кореляція Пірсона | | 1 | | -0,724\* | |
| знач. (двухстороння) | |  | | 0,042 | |
| N | | 8 | | 8 | |
| NO | Корреляция Пирсона | | -0,724\* | | 1 | |
| знач. (двухсторонняя) | | 0,042 | |  | |
| N | | 8 | | 8 | |
| \*. Кореляція значима на рівні 0,05 (двухстороння).  Таблиця 3.5 Критерій Пірсона для параметрів захворюваності і Середнього вмісту Оксиду вуглецю, в одиницях ГДК | | | | | | |
|  | | | | Люди | | CO | |
| Люди | | Кореляція Пірсона | | 1 | | -0,225 | |
| знач. (двухстороння) | |  | | ,593 | |
| N | | 8 | | 8 | |
| CO | | Кореляція Пірсона | | -0,225 | | 1 | |
| знач. (двухстороння) | | 0,593 | |  | |
| N | | 8 | | 8 | |

Кореляція не значима

Таблиця 3.2.5 Критерій Пірсона для параметрів захворюваності і Середнього вмісту Формальдегіду, в одиницях ГДК.

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
|  | | Люди | Формальдегід |
| Люди | Корреляция Пирсона | 1 | -,306 |
| знач. (двухсторонняя) |  | ,461 |
| N | 8 | 8 |
| Формальдегід | Корреляция Пирсона | -,306 | 1 |
| знач. (двухсторонняя) | ,461 |  |
| N | 8 | 8 |

Кореляція не значима

Таб. 3.6 Інтерпритація результатів критерія Пірсона.

|  |  |
| --- | --- |
| Значення (по модулю) | Інтерпретація |
| До 0,2 | Дуже слабка кореляція |
| До 0,5 | Слабка кореляція |
| До 0,7 | Середня кореляція |
| До 0,9 | Висока кореляція |
| Понад 0,9 | Дуже висока кореляція |

Таб. 3.7 Кореляційна залежність між викидами в атмосферу і захворюваністю населення на респіраторні захворювання згідно з критерієм Пірсона.

|  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| , **Пил (завислі речовини),** | **Двооксид сірки** | **Двооксид азоту** | **Оксид азоту** | **Оксид вуглецю** | **Формальдегід** | Викиди забруднюючих речовин в атмосферне повітря від стаціонарних тапересувних джерел |
| - | - | -0,724\* | -0,724\* | - | - | -0,722\* |

\*. Кореляція значима на рівні 0,05 (двухстороння).

Таким чином виявлена обернена кореляція між рівнем захворюваності, тоннажністю викидів та змінами середньої ємності в атмосфері NO2 та NO на рівні значцщості 0,05. Прямого впливу між іншими показниками речовин і рівнем коливань респіраторних захворювань не виявлено. Це свідчить про не лінійність залежності. Тобто, вплив атмосферного забруднення треба розглядати лише як інтегральний показник, а не як основний фактор сприяння розвитку хвороб дихальних шляхів. Не можна виключати впливу розповсюдження вірусних сезонних захворювань. Причини оберненої залежності між динамікою оксидів азоту і хворобами дихальних шляхів в Запорізькій області поки не встановлено. Але, враховуючи постійність двоєкратного перевищення ГДК оксидів нітрогену по місту із незначними флуктуаціями за період в 10 років за цими показниками, їх коливання на рівні двох відсотків не впливають на динаміку хвороб дихальних шляхів не можна ввіжвти изначущим. Є сенс протестувати вплив на інші функціональні системи організму, такі як серцево-судинна і нервові системи, для оцінки впливу викидів на організм в цілому. Також, для ілюстрації залежності між викидами і захворюваністю можливим є порівняння динаміки в декількох містах України з різним рівнем техногенного забруднення атмосфери. Порівнявши даннні різних міст, з перерахунком площі території на тону викиду і рівнем захворюваності на 100 000 осіб, можна буде вивести быльш точну залежнысть.

3.3 Довготривалий прогноз викидів у атмосферне повітря в м. Запоріжжя до 2030 року.

Окрім кроткочасних, можлива побудова довготривалих прогнозів. Їх точність набагато менша, але період прогнозу може включати десятки років. Найзручніше будувати довготривалі прогнози на основі данних минулих років. Такий прогноз оснований на загальній лінії тренду попередніх і не враховує особливостей, що несуть динамічний характер(погодні умови, зміна рози вітрів, виробничі новації, зміни обсягів виробництва).

Для прикладу побудуємо прогноз по середньому вмісту забруднюючих речовин, що підлягають обов’язковому моніторингу в приземному шарі в Запорізькій області. На основі данних з еко.паспортів Запорізької області за допомогою статистичних моделей прогнозу в програмі IBM SPSS Statistics Base 22.0 було побудовано прогноз змін середньорічних концентрацій речовин, що забруднюють атмосферне повітря м. Запоріжжя p 2020 з 2030 роки.

Перевірка цієї прогнозної моделі на даних минулих років дає відхилення з похибкою ( + 7 %), що є доволі точним рівнем прогнозу. Цю программу можна використовувати за сталості джерел викиду(заводів), за умов зберігання технологічних показни

До уваги було взято лише нинішні темпи виробництва, не враховуючи можливості змін в виробничому процесі. Можливі зміни погодних умов також були знехтувані. Якщо нехтувати можливістю оптимізації дані матимуть математичну достовірність на рівні 90(+0,63)%. Отримані результати наведені в таблиці 3.8

Таблиця 3.8 Довготривалий прогноз забруднення атмосферного повітря до 2030 року.

|  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Рік | Викиди ЗР в атмосферу від стац.. та перес. джерел,тис. т | С. р. вміст, мг/м3 **Пил (завислі речовини)** | С. р. вміст, **Двооксид сірки** мг/м3 | С. р. вміст, **Двооксид азоту**, мг/м3 | С. р. вміст, **Оксид азоту** мг/м3 | С.р. вміст**, Оксид вуглецю,** мг/м3 | С. р. вміст**,Формальдегід,** мг/м3 |
| 2010 | 217,5 | 0,7 | 0,2 | 2,2 | 0,8 | 1 | 2 |
| 2011 | 229,3 | 0,7 | 0,2 | 2,5 | 1,2 | 0,7 | 2,3 |
| 2012 | 207,6 | 0,7 | 0,2 | 2,3 | 1,2 | 0,7 | 1,7 |
| 2013 | 245,91 | 0,7 | 0,2 | 2,5 | 1,2 | 0,3 | 2 |
| 2014 | 206,7 | 0,7 | 0,2 | 2,2 | 1 | 0,3 | 1,7 |
| 2015 | 193,7 | 0,7 | 0,2 | 2,2 | 1 | 0,3 | 1,7 |
| 2016 | 167 | 0,7 | 0,2 | 2 | 1 | 0,3 | 1,7 |
| 2017 | 180,9 | 0,8 | 0,2 | 2,1 | 1,0 | 0,5 | 1,9 |
| 2018 | 174,7 | 0,7 | 0,2 | 2,2 | 1,2 | 0,5 | 2,0 |
| 2019 | 173,4 | 0,7 | 0,2 | 2,0 | 1,2 | 0,5 | 1,7 |
| 2020 | 160,9 | 0,7 | 0,2 | 2,0 | 1,1 | 0,3 | 1,7 |
| 2021 | 153,9 | 0,7 | 0,2 | 2,0 | 1,2 | 0,2 | 1,7 |
| 2022 | 148,5 | 0,7 | 0,2 | 2,0 | 1,2 | 0,2 | 1,7 |
| 2023 | 142,3 | 0,7 | 0,2 | 2,0 | 1,2 | 0,3 | 1,6 |
| 2024 | 136,1 | 0,7 | 0,2 | 2,0 | 1,2 | 0,2 | 1,6 |
| 2025 | 129,9 | 0,7 | 0,2 | 2,0 | 1,2 | 0,2 | 1,6 |
| 2026 | 127,1 | 0,7 | 0,2 | 2,0 | 1,2 | 0,2 | 1,5 |
| 2027 | 122,0 | 0,7 | 0,2 | 2,0 | 1,2 | 0,2 | 1,5 |
| 2028 | 117,5 | 0,8 | 0,2 | 2,0 | 1,2 | 0,2 | 1,5 |
| 2029 | 112,9 | 0,8 | 0,2 | 2,0 | 1,3 | 0,1 | 1,5 |
| 2030 | 108,4 | 0,8 | 0,2 | 2,0 | 1,3 | 0,1 | 1,4 |

Рис. 3.3 Прогноз викидів забруднюючих речовин в одиницях ГДК

На основі цих данних прогнозується зменшення майже всих досліджуваних показників. Винятко двоокису нітрогену, який стабільно залишається в рамках двукратного перевищення ГДК. Двоокис сірки, за попередніми прогнозами також залишається на одному рівні, який відповідає 0,2 ГДК.

Такий вид прогнозу не володіє достатньою чіткістю, відображаючи лише загальні тенденції.

ОХОРОНА ПРАЦІ ТА БЕЗПЕКА У НАДЗВИЧАЙНИХ СИТУАЦІЯХ

Дослідження проводилися в лабораторії кафедри загальної та прикладної екології і зоології Запорізького національного університету.

У перший день я була ознайомлений із загальними вимогами щодо охорони праці згідно з інструкції з охорони праці для роботи студентів, аспірантів, лаборантів та викладачів в лабораторії кафедри загальної та прикладної екології.

Не допускаються до роботи студенти та аспіранти, що не пройшли інструктаж з охорони праці і не оформлені документально в журналі реєстрації інструктажів. Щоб запобігти виниканню нещасних випадків, пожеж і вибухів я вивчив і виконував правила з охорони праці, виробничої санітарії й пожежної профілактики. На всі види робіт що являють собою потенційну небезпеку була в наявності інструкція, що узгоджується з відділом охорони праці. В лабораторіях проводили вологе прибирання і регулярне провітрювання протягом робочого дня. Студенти та викладачі повинні працювати в лабораторії тільки в спеціальному одязі. Забороняється знаходиться в лабораторії у верхньому одязі. [32].

Перед початком роботи кожного дня проводяться такі міри по охороні праці: за 20 хвилин до початку виконання робіт провітрювали лабораторію, одягали спецодяг, перед проведення експериментальних та дослідницьких робіт разового характеру, що пов’язані з використанням високої напруги, хімічних реактивів проводили цільовий інструктаж та обов’язково зареєстрували інструктаж у відповідному журналі.

Перед початком роботи уважно ознайомилась із завданням, правилами безпеки робіт, обладнанням, матеріалами та інструментом, потім перевірив наявність захисного заземлення електричних приладів. Упевнившись в наявності засобів гасіння вогню і надання першої допомоги, та наявності розчинів для знешкодження речовин, які небезпечні для організму розпочинав роботу.

Під час роботи також я дотримувалась певних правил: заборонялося проведення досліджень у брудному, або не якісно вимитому посуді, виконував завдання стоячки; сидячі дозволялося проводити роботи, яка не викликає небезпеку спалаху, вибуху, розбризкувань реактивів, при пересуванні склянки з гарячою водою по поверхні стола склянку тримав якнайдалі від себе з підкладеною під дно ганчіркою, заборонялося аналізувати будь-які речовини на смак, нюх, а також пити воду з хімічного посуду, так як більшість речовин, що використовуються отруйні, утримання та використання в лабораторії для учбової мети кислот, горючих речовин і інших матеріалів, що являють собою небезпеку, не повинно перевищувати добових норм та відповідати правилам суміщення реактивів при їх зберіганні, не суміщав експерименти, де одночасно використовувалися легкозаймисті речовини та робота з відкритим полум’ям.

Також потрібно виконувати такі положення з охорони праці під час роботи в лабораторії: усі прилади, в яких це передбачено, робилося заземлення, електронагрівальні прилади ставили на вогнетривку основу, та обов’язково заземлювали, не дозволяється працювати в лабораторії самому.[33].

До основних засобів захисту органів дихання належать: ватно – марлеві пов’язки. Під час експерименту використовувалися як саморобні ватно-марлеві пов’язки так і виробничого зразку. Після проведення досліду ватно-марлеві пов’язки знезаражував дією ультрафіолету.

Також окремим інструктажем мене ознайомили з основними правилами пожежної безпеки в даній лабораторії.

Пожежна безпека об’єкту регламентується Законом України „Про пожежну безпеку” від 17.12.93 року, правилами пожежної безпеки України, затвердженими 14.06.95 року наказом № 400 МВС України та даною інструкцією. Пожежна безпека повинна забезпечуватися: системою запобігання пожежі та системою пожежного захисту. Небезпечними чинниками пожежі, що впливають на людей є: відкритий вогонь і іскри; підвищення температури повітря, предметів тощо, токсичні продукти горіння, дим, зниження концентрації кисню, завалення чи пошкодження споруд та установок, вибух. Інструктажі і навчання із пожежної безпеки регламентуються типовим положенням про навчання, інструктажі та перевірку знань з питань пожежної безпеки (додаток до правил ПБ України) і повинні проводитись: при проведені всіх видів інструктажів з охорони праці при проведені навчання. Проведення вогневих робіт в приміщення факультету допускається тільки при наявності письмового дозволу на їх проведення. Зобов’язаний: здійснювати контроль за суворим дотриманням всіма співробітниками і відвідувачами правил і норм пожежної безпеки, при закінчені роботи раніше інших, призначати з числа залишених відповідальну особу за виконання своїх обов’язків. Особа, відповідальна за пожежний стан приміщення у відповідності зі ступенем своєї провини і вагою наслідків пожежі, підлягає адміністративній, матеріальній, дисциплінарній і іноді кримінальній відповідальності. Має право: вимагати від співробітників безпосереднього виконання правил пожежної безпеки у підпорядкованому йому приміщенні [34].

В учбових аудиторіях, лабораторіях та кабінетах потрібно розміщати тільки необхідні для забезпечення учбового процесу меблі, а також прилади, обладнання та речі, які повинні зберігатися в шафах стаціонарно установлених стійках. Після закінчення занять всі пожежовибухонебезпечні матеріали і обладнання повинні бути прибрані з учбових приміщень в спеціально відведені та призначенні приміщення. Приміщення повинні підтримуватися в чистоті. В учбових закладах заборонено використання електронагрівальних пристроїв поза спеціально відведених приміщень. Всі електроустановки повинні мати захист від струму, короткого замикання і інших відхилень від нормальних режимів роботи, що можуть призвести до виникнення пожежі. Переносні електросвітильники повинні бути напругою не вище 36 В, виконанні з дотриманням правил електробезпечності. Живлення переносних світильників від автотрансформатора заборонено. Співробітники повинні знати пожежну безпеку хімічних речовин та матеріалів, які використовуються в навчальному та науковому процесі, способи їх гасіння і дотримання правил безпеки при роботі з ними.

Забороняється користуватись відкритим вогнем та легкозаймистими матеріалами. В лабораторіях де використовуються легкозаймисті речовини, горючі речовини гази, необхідно передбачати централізоване забезпечення і роздачі їх на місця, застосовувати закриту безпечну тару. Всі роботи, пов’язані з можливістю використання токсичного і пожежонебезпечного газу і пару, повинні проводитися тільки у витяжних шафах, обладнаних вентиляцією. Відпрацьовані небезпечні речовини необхідно збирати в спеціальну герметичну тару, яка в кінці роботи видаляється з приміщення для утилізації. Проведення робіт на установках, де застосовуються пожежовибукхонебезпечні матеріали, допускається тільки після прийняття їх в експлуатацію спеціальною комісією, яка утворена в університеті.

Приміщення повинні бути забезпеченні первинними засобами пожежегасінн залежно від площі приміщення та його призначення. В лабораторії повинен бути порошковий або вуглекислотний вогнегасник. Технічна робота, обслуговання і зберігання вогнегасників здійснюється згідно з паспортними даними заводу виготовлювача.

Вогнегасник повинен мати:

- інвентарний номер;

- пломби та устрій ручного пуску;

- бірки

- та маркувальні надписи на корпусі, червоне сигнальне забарвлення згідно державного стандарту.

До засобів пожежегасіння повинен був забезпечений вільний доступ. Використання засобів пожежогасіння не за призначення заборонено. При виникненні пожежі впершу чергу дії повинні бути спрямованні на евакуацію людей. При виявленні пожежі необхідно організувати:

- негайний виклик пожежної охорони по телефону 101;

- сповістити про пожежну ланку пожежогасіння університету (телефон 64-37-46; 64-46-12; 2-33) та штаб цивільної оборони.

- оповістити про пожежу людей, які знаходяться у будинку;

- відключити від електропостачання прилади та обладнання;

- під час пожежі необхідно утримуватися від відкритих вікон та дверей, щоб уникнути припливу свіжого повітря.

Після прибуття служби пожежної безпеки, зазначені вище дії, виконуються в даній лабораторії. Під час проведення мною моїх дослідів я дотримувався всіх зазначених вимог [35].

Статистична обробка даних проводилася на комп’ютері. Вимоги безпеки перед початком роботи:

1. Перевірила наявність вентиляції та провітрив приміщення.

2. Перевірила захисне заземлення (занулення) та справність комп’ютеру. Про будь які неполадки з комп’ютером потрібно повідомити керівника. Та діяти за його розпорядженнями.

3. Видалила пил з екрану.

4. Упевнилась в наявності засобів гасіння вогню.

5. Одягнула спецодяг.

Вимоги безпеки під час роботи на комп’ютері:

1. Увімкнула комп’ютер, відрегулював яскравість і контрастність монітора. Не слід робити зображення занадто яскравим, від цього втомлюються очі.

2. Відстань від ока до екрана дисплея становила 50–70 см, кут зору 10–20 град., але не більше 40 град. Переважним є розташування площі екрана перпендикулярно до лінії зору. Руки розташовуватися на робочому столі в горизонтальному положенні, або злегка нахилені, кут ліктя складав 70-900.

3. Дотримувалась регламентованих перерв, активно їх проводив, регулярно займався виробничою гімнастикою (як для тіла так і для очей), рівномірно розподіляв завдання.

4. Для запобігання перевантаження організму обмежувала марний час роботи за відео терміналами до 50% тривалості зміни.

5. Різні види робіт вимагають різного підходу в організації перерв. Для робіт, що виконуються з великим навантаженням, рекомендується 10-15 хвилин перерва після кожної години роботи, а при неінтенсивній монотонній роботі 10-15 хвилин через кожні дві години. Кількість мікропауз (тривалістю 2 хвилини) повинно регулювалася індивідуально.

6. Форми і зміст перерв можуть бути різними: виконання альтернативної допоміжної роботи, що не вимагає великої напруги; проведення фізичних вправ на корекцію вимушеної пози; покращення венозного кровообігу; часткове поповнення дефіциту активного руху, зняття навколоочного навантаження.

7. При роботі за комп’ютером потрібно слідкувати за тим, щоб робоче місце не було захаращено легкозаймистими предметами, папером тощо.

8. Забороняється встановлювати на комп’ютер або дисплей будь-які предмети.

9. Під час роботи за комп’ютером була постійна вентиляція та доступ свіжого повітря.

ВИСНОВКИ

1. Основний вклад у забруднення атмосферного повітря м.Запоріжжя вносять 11ключових підприємств: ПАТ "Запоріжсталь", ПАТ "Запорізький виробничий алюмінієвий комбінат", ПАТ "Запорізький завод феросплавів", ПАТ "Запорізький абразивний комбінат", ВАТ "Дніпроспецсталь", ПАТ "Запорожкокс", ВАТ "Український графіт", ВАТ "Запоріжвогнетрив", ЗДП "Кремнійполімер", ВАТ "Запоріжсклофлюс", КП "Запорізький титано-магнієвий комбінат", від яких, згідно статистичної звітності, у атмосферу міста викидається більше 70 основних інгредієнтів. За загальними обсягами викидів основними забруднюючими речовинами є: окис вуглецю, зважені речовини (пил), діоксид сірки, діоксид азоту, алюмінію оксид, залізо та його сполуки.
2. Прямої кореляції між рівнем забруднення і захворюваністю населенння на хвороби дихальних шляхів не спостерігається. В м. Запоріжжі спостерігається перевищення концентрації оксидів азоту, яке не впливає прямо на респіраторні захворення.
3. Проведено дослідження методів та засобів вимірювання та прогнозування забруднення атмосферного повітря в Запорізькому регіоні.
4. На сьогодні найефективнішим для прогнозування ступеня забруднення атмосферного повітря застосований апарат мно- гослойних нейронних мереж. Рівень забруднення спрогнозований на основі даних про поточний якості повітря, поточні погодні умови, прогноз погоди, часу доби і дня тижня. Прогноз складається для кожної години, для кожної станції, кожного забруднювача. Горизонт прогнозування становить 6 годин. Визначено, що максимальна точність досягається при використанні 30 нейронів на прихованому шарі, що є оптимальним рішенням, що дає кращу точність прогнозу.
5. У результаті дослідження побудовано прогноз кількості викидів забруднюючих речовин в атмосферне повітря м.Запоріжжя, згідно з яким простежується стійка динаміка до зростання. Аналіз результатів дозволяє зробити висновок щодо необхідності інтенсифікації заходів, спрямованих на скорочення викидів в атмосферне повітря. Стає очевидним, що при існуючому положенні без реформування промислового комплексу стан атмосферного повітря буде погіршуватися і надалі.

ПРАКТИЧНІ РЕКОМЕНДАЦІЇ

Для запобігання ситуації, що склалась в м. Запоріжжі відносно повітряного басейну слід більш ефективно впроваджувати комплекси заходів спрямованих на зменшення кількості забруднюючих речовин у атмосферному повітрі міста. На незадовільну якість повітря регіону впливає відсутність в металургійній галузі методів ефективної очистки великих обсягів забруднених газів та моніторингу з використанням автоматичних датчиків викидів забруднюючих речовин. Впровадження автоматизованих методів постійного контролю та моніторингу надасть змогу швидкого реагування органів держконтролю на випадки понаднормативного надходження забруднюючих речовин в атмосферне повітря.

У подальшому доцільним є комплексне дослідження стану здоров’я населення по показникам захворюваності різних функціональних систем. Також, для порівняльного аналізу і знаходження кореляційних залежностей доцільно буде провести подібне дослідження для різних регіонів. Порівнюючи показники здоров’я в регіонах з різною ситуацією по забрудненню атмосферного повітря. Порівнявши ці данні можливо буде вирахувати вплив кожного конкретного показниа атмосферного забруднення на окремі функціональні системи населення.

Для м. Запорізької найкрашиим варіантом побудови прогнозної системи вважаю розроблену по стандартам, «Методики короткострокового прогнозу забруднення атмосфери в м.Запоріжжя» 1993 з 7новими попаравками на забудову і з використанням нейронних сіток. Це дозволить видавти точний прогноз кожну годину без оперативного втручання людських факторів.

ПЕРЕЛІК ПОСИЛАНЬ

1. Трофименко Ю.В. Екологія: Транспортні спорудження й отоочуюче средовище: монографія, Вид 2-ге. переробл. і допов. – Київ, 2008 400 с.

2. Степанчук О.В. Методи створення і ведення транспортно-екологічного моніторингу в крупних і найкрупніших містах: монографія,. – Київ, 2004. 133 с.

3. Шевченко О.Г. Оцінка та прогнозування сучасного стану забруднення атмосферного повітря у м. Києві: навч. посіб. Київ, 2009. 229 с.

4. Л.: Гидрометеоизд ОНД – 86 «Методика расчета концентраций в атмосферном воздухе вредных веществ, содержащихся в выбросах предприятий (ОНД – 86)». Москва 1987. 93 с.

5. Slini Th., Karatzas K., Papadopoulos A. Regression analysis and urban air quality forecasting: an application for the city of athens : (веб-сайт)– URL:https://journal.gnest.org/sites/default/files/Journal%20Papers/karatzas.pdf (дата звернення: 12.05.2020).

6. Moustris K.P., Nastos P.T., Larissi I.K., Paliatsos A.G. Application of Multiple Linear Regression Models and Artificial Neural Networks on the Surface Ozone Forecast in the Greater Athens Area, Greece: веб-сайт URL: <https://www.hindawi.com/journals/amete/2012/894714/> (дата звернення: 18.09.2020).

7. Mang Lin, Jun Tao, Chuen-Yu Chan1, Jun-Ji Cao, Zhi-Sheng Zhang, LiHua Zhu, Ren-Jian Zhang. Regression Analyses between Recent Air Quality and Visibility Changes in Megacities at Four Haze Regions in China : веб-сайт URL: <http://www.aaqr.org/files/article/1035/2_AAQR-11-11-OA-0220_1049-1061> (дата звернення: 07.08.2020).

8. Моніторинг атмосферного повітря: навчальний посібник для студентів спеціальності 101 «Екологія» та 183 «Технології захисту навколишнього середовища» освітній ступінь «бакалавр» усіх форм навчання. Полтава:, 2017. 82 с.

9. Air Techonline. URL: <http://www.airtechonline.com>.

10. Физико-химические методы очистки воздуха. Управление воздушным басейном: учебное пособие. И. М. Астрелин, Е. Герасимов, А. Гироль и др.; под общ. ред. И. Астрелина и Х. Ратнавиры. Проект «Air Harmony», 2015. 614 с.

11. Географіка географічний портал. URL: <http://geografica.net.ua/publ/galuzi_geografiji/>.

12. Закон України «Про охорону атмосферного повітря» Чинний від № 2708-XII від 16.10.92, ,. Київ: Верховна Рада України, 1995 679 ст.

13. Громов, Г.Р. Очерки информационной технологии. Москва: ИнфоАрт, 1992. 331 с.

14. В. Б. Мокін, А. Р. Ящолт, М. П. Боцула. Інформаційна технологія проектування систем обробки даних спостережень якості повітря: Монографія . Вінниця: ВНТУ, 2010. 203 c.

15. Air Evaluation and Planning. Оценка повітряних ресурсов и планирование. URL: <http://www.weap21.org>. - Назва з екрану.

16.Постанова Про затвердження порядку здійснення державного моніторингу повітря. Київ: Кабінет міністрів України, 1996. 59 с.

17. Бурдин К. С. Основи биологического мониторинга. Москва: Изд-во МГУ, 1985. 158 с.

18. Брюханов А. В. Аерокосмические методы в географических исследованиях. Москва: МГУ, 1992. 232 с.

19. РД 211.0.8.107-05 «Методичні рекомендації з питань створення систем моніторингу і прогнозу довкілля регіонального рівня». Варламов Є. М., Юрченко Л. Л., Катриченко Г. М., Єрмоленко Ю. В. Київ: Мінприроди, 2005, 35 c.

20. ArcGIS 9. Getting Started With ArcGIS-ESRI: Redlands, USA, 2004 р. 265 с.

21. Бусыгин Б. С., Гаркуша И. Н Инструментарий геоинформационных систем: справочное пособие. Київ: ИРГ «ВБ», 2000. 172 с.

22. Г. Юинг. Инструментальные методы химического анализа: Пер. с англ. Москва: Мир, 1989. 608с.

23. Регіональна доповідь про стан навколишнього природного середовища у Запорізькій області 2013 року, с. 31-40

24. Регіональна доповідь про стан навколишнього природного середовища у Запорізькій області 2014 року, с. 19-25

25. Регіональна доповідь про стан навколишнього природного середовища у Запорізькій області 2015 року, с. 23-32

26. Регіональна доповідь про стан навколишнього природного середовища у Запорізькій області 2016 року, с. 19-27

27. Регіональна доповідь про стан навколишнього природного середовища у Запорізькій області 2017 року, с. 69-70.

28. Регіональна доповідь про стан навколишнього природного середовища у Запорізькій області 2018 року, с. 48-49.

29. Регіональна доповідь про стан навколишнього природного середовища у Запорізькій області 2019 року, с. 54-55.

30. Путренко В.В., Назаренко С.Ю. Визначення якості повітря на основіінтелектуального аналізу даних дистанційного зондування *Математичне моделювання в економіці* №3-4 с.176-187.

31. Шелестов А.Ю., Куссуль Н.М., Скакун С.В., Міронов А.І., Остапенко В.А., Яйлимов Б.Я. Верифікація глобальних продуктів на основі наземних досліджень в рамках проекту JECAM (веб-сайт) URL:<http://geoss-conf-2014.ikd.kiev.ua/wp-content/uploads/2014/06/98>. Дата звернення :06.07.2020 р.

32. Khaled Ahmad Ali Abdulla Al Koas GIS-based mapping and statistical analysis of air pollution and mortality in Brisbane, Australia / Khaled Ahmad Ali Abdulla Al Koas – the Queensland University of Technology – April 2010 – 67 р.

33. Иванов В.А., Елохов А.С., Постыляков О.В. О востановлении вертикального профиля двуокиси азота в атмосфере Земли по сумеречными змерениям рассеянного в зените солнечного излучения. – Современные проблемы дистанционного зондирования Земли с космоса. –Т.8. №3 - 2011. С. 263 – 268.

34. Суркова Г.В. Химия атмосферы: Учеб. пособие/ Под ред. чл.-кор. РАЕН проф. Ю.К.Васильчука. – М.:Изд-во Моск. ун-та, 2002. – 210 с.

35. Глобальна вимірювальна система “ГИС-атмосфера”/ Інтернет ресурс : www.moreprom.ru/article.php?id=50 /діоксид азоту.

36. Ахметов Н.С., Общая и неорганическая химия. Інтернет ресурс: <http://faqukrs.xyz/osvita/nauka/143838-dioksid-azotu.html>.

37. Баштаннік М.П. Стан забруднення атмосферного повітря над територією України/ Баштаннік М.П., Жемера Н. С.,Кіптенко Є.М.,Козленко Т.В./ Наук. пр.УкрНДГМІ, Вип. 266 – 2014.-с.79-85.

38. Голдовская Л.Ф / Воздействие оксидов азота на организм человека и растения /URL: http://www.km.ru/referats/19BDB94C5A624E9489 E3E0D283.

39. Посудін Ю.І., Методи вимірювання параметрів навколишнього середовища. Інтернет ресурс: pidruchniki.com/80345/ekologiya/oksid\_vugletsyu

40. Блюм О.Б., Приземний озон у Києві, умови його утворення і стоку /Блюм О.Б., Будак І.В., Дячук В.А., Сосонкін М.Г., Шавріна А.В // Наук. пр.УкрНДГМІ, Вип. 250 – 2002.. – С. 61-77

841 Никитин Д.П., Новиков Ю.В. Окружающая среда и человек. - М.: 1988. – 315с.

42 Пьер Агесс/ Ключі до екології,1982. – С.42-47

43. Про затвердження Порядку організації та проведення моніторингу в галузі охорони атмосферного повітря: Постанова від 9 березня 1999 р. N 343

44. Иванов В.А., Елохов А.С., Постыляков О.В. О востановлении вертикального профиля двуокиси азота в атмосфере Земли по сумеречными змерениям рассеянного в зените солнечного излучения. – Современные проблемы дистанционного зондирования Земли с космоса. –Т.8. №3 - 2011. С. 263 – 268.

45. Наказ №108 від 09.03.2006 «Про затвердження Інструкції про загальні вимоги до оформлення документів у яких обґрунтовується обсяги викидів, для отримання дозволу на викиди забруднюючих речовин в атмосферне повітря стаціонарними джерелами для підприємств, установ, організацій та громадян - підприємців»

46. Наказ №177 від 10.05.2002 «Про затвердження Інструкції про порядок та критерії взяття на державний облік об’єктів, які справляють або можуть справити шкідливий вплив на здоров’я людей і стан атмосферного повітря, видів та обсягів забруднюючих речовин, що викидаються в атмосферне повітря.

47. Наказ №7 від 10.02.95 Про затвердження Інструкції про зміст та порядок складання звіту проведення інвентаризації викидів забруднюючих речовин на підприємстві 108 21. Нормативи граничнодопустимих викидів забруднюючих речовин із стаціонарних джерел» Наказ №309 від 27.06.2006 Зареєстровано в Міністерстві юстиції України 1 серпня 2006 р. За №912/12786

48. Посібник до розроблення матеріалів оцінки впливів на навколишнє середовище (до ДБН А.2.2 - 1 -2003), Харків, 2004.

49. Приміський В. П. Технологічні нормативи допустимих викидів забруднюючих речовин і їх інструментальних контроль [Текст]/ В.П. Приміський, Івасенко В.М., Корнієнко Д.Г. // Східно-Європейський журнал передових технологій. Харків, - 2014, -№3, - С.8-15.]

50. Промышленные выбросы в атмосферу. Инженерные расчеты и инвентаризация. И.М. Квашин

51. Склад і зміст матеріалів оцінки впливів на навколишнє середовище (ОВНС) при роектування і будівництві підприємств, будинків і споруд ДБН А.2.2 -1 – 2003. – Київ: Держбуд України, 2004.

52. Справочник по пыле и золоулавливанию/ М. И. Биргер, А. Ю. Вальдберг, Б. И. Мягков и др. Подобщ. Ред. А. А. Русанова – 2-е изд. перераб. и доп. – М.: Энергоатомиздат. 1983, - 312с.

53. Air emissions from Animal Feeding Operations: Current Knowledge, Future Needs (2003) Chapter: Appendix I: Emission for a Feel Milk or Grain Elevator

54. Emission factors for grain receiving and feed loading operatios at feed mills B. W. Snaw, P.P. Buharivala, C.B. Parnell Jr., M.A. Demmy Transactions of the ASAE 1997 American Society Agricultural Engineers, p. 757-765

30. Richa Rai Gaseous air pollutants: a review on current and future trends of emissions and impact on agriculture / Richa Rai, Madhu Rajput, Madhoolika Agrawal and S.B. Agrawal - Journal of Scientific Research - BanarasHinduUniversity, Varanasi – pp. 77–102.

31. Wang S.W. Growth in NOx emissions from power plants in China: bottom-up estimates and satellite observations / S.W. Wang, Q. Zhang, D. G. Streets, K. B. He, R. V. Martin, L. N. Lamsal, D. Chen, Y. Lei, and Z. Lu – Published in Atmos. Chem. Phys. Discuss.: 2 January 2012 – pp. 4429–4447.

32. Atmosphere monitoring services URL:https://atmosphere.copernicus.eu/ - 3.06.2020 р.

33. Дрейпер Н., Смит Г. Прикладной регрессионный анализ, 2-е издание. – Пер. с англ. – М.: Финансы и статистика, 1986. – 577 с.

34. Лутц М. Изучаем Python, 4-е издание. – Пер. с англ. – СПб.: СимволПлюс, 2011. – 1280 с.

35. Sampedro, . Turbidimeter and RGB sensor for remote measurements in an aquatic medium [Text] / . Sampedro, J. R. Salgueiro // Measurement. — 2015. — Vol. 68. — P. 128–134. doi:10.1016/j.measurement.2015.02.049

36. Mohd Khairi, M. T. A review on the design and development of turbidimeter [Text] / M. T. Mohd Khairi, S. Ibrahim, M. A. Md Yunus, M. Faramarzi // Sensor Review. — 2015. — Vol. 35, № 1. — P. 98–105. doi:10.1108/sr-01-2014

37. Гранично допустимі концентрації хімічних і біологічних чинників в атмосферному повітрі населених місць”, затверджені т.в.о. Головного державного санітарного лікаря України від 03.03.2015 року.

38. Human Health Risk Assessment Protocol for Hazardous Waste Combustion Facilities / U. S. Environmental Protection Agency ; Multimedia Planning and Permitting Division Office of Solid Waste Centre for Combustion Science and Engineering. – Washington, 2005. – Р. 5–52.

39. ESCAPE –European Study of Cohorts for Air Pollution Effects [Electronic resource] / European Commission project. – Mode of access : http://www.escapeproject.eu/

40. Geofabrik downloads (Веб-сайт) / Geofabrik. ˗ URL:: <http://download.geofabrik.de/europe/> дата зверенння 11.05.2020

42. Landsat-TM image data : LT51810252011197KIS02\_NATURAL COLOUR.jpg [Electronic resource] / USGS. EarthExplorer data set : Landsat archive. ˗ Available from : http://earthexplorer.usgs.gov/

43. Weiner J. Measuring Vegetation (NDVI & EVI) [Electronic resource] / J. Weier, D. Herring // NASA. ˗ 2000. ˗ Available from : http://earthobservatory.nasa.gov/Features/MeasuringVegetation/

44. Копій Л.В. Використання супутникових знімків LANDSAT-TM та LANDSAT-ETM для оптимізації лісистості порушення ландшафтів Яворівського району / Л.І. Копій, О.Г. Часковський, С.Л. Копій // Науковий вісник НЛТУ України : зб. наук. - тех. праць. ˗ Вип. 16.2. ˗ 2006. ˗ С. 11˗17.

45. Shuttle Radar Mission Topography data : SRTM N50E030.hgt.zip [Electronic resource] / USGS. SRTM Data Archive. ˗ Available from : http://dds.cr.usgs.gov/srtm/version1/Eurasia/

46. Briggs D.J. A regression-based method for mapping traffic-related air pollution: Application and testing in four contrasting urban environments D.J. Briggs, C. de Hoogh, J. Gulliver et al. Sci. Total Environ. 2000. Vol. 253. P. 151–167.

47. Briggs D.J. The use of GIS to evaluate traffic-related pollution Occupational and Environmental Medicine. 2007. Vol. 64. – P. 1– 2.

48. Lebret E. Small area variations in ambient NO2 concentrations in four European areas / E. Lebret, D. Briggs, H. van Reeuwijk et al. // Atmos. Environ. – 2000. – Vol. 34. – P. 177˗185.

49. Ross Z. A land use regression for predicting fine particulate matter concentrations in the New York City region / Z. Ross, M. Jerrett, K. Ito et al. // Atmospheric Environment. – 2007. – Vol. 41. – P. 2255–2269.

50. Moore D.K. A land use regression model for predicting ambient fine particulate matter across Los Angeles / D.K. Moore, M. Jerrett, W.J. Mack et al. // Journal of Environmental Monitoring. – 2007. – Vol. 9. – P. 246–252.

51. Brunekreef B. Air pollution and health / B. Brunekreef, S.T. Holgate // Lancet. ˗ 2002. ˗ Vol. 360(9341). ˗ P. 1233–1242.

52. Cimorelli A.J. AERMOD: Description of model formulation / Cimorelli A.J., Perry S.G., Venkatram A. et al. // EPA-454/R-03-004. – US EPA, 2004. – 91 p. – Mode of access : http://www.epa.gov/scram001/7thconf/aermod/aermod\_mfd.pdf

55. Козориз Г.Ф. Пневматический транспорт деревообрабатывающих предприятий. Москва : Машиностроение, 1998. 122 с.

56. Александров О.М., Козоріс Г.Ф. Пневмотранспорт і пиловловлюючі споруди на деревообробних підприємствах / довідник під ред. О.М.Александрова. Москва : Недра, 1988. 248 с.

57. Нагорний А.Ю., Бухтіяров В.П., Іванов Н.А., Савченко В.Ф. Полімерні матеріали у виробництві меблів. Москва : Недра, 1980. 272 с.

58. Путимов А.В., Копреєв А.А., Петрухін Н.В. Охорона навколишнього середовища. Москва : Хімія, 1991. 223 с. 29. Сытник К. М., Брайон А.В. Биосфера, экология, охрана природа. Київ : Наукова думка, 1987. 522 с.

60. Сборник методик по расчету выбросов в атмосферу загрязняющих веществ различными производствами. Львов : Гидрометеоиздат, 1986.

61. Збірник показників емісії (питомих викидів) забруднюючих речовин в атмосферне повітря різними виробництвами (Том 1 та Том 2), Укр. НЦТЕ, Донецьк, 2004.

62. Про затвердження нормативів ГДВ забруднюючих речовин із стаціонарних джерел : наказ Міністерства охорони навколишнього природного середовища від 27 06 2006 р. №309. Голос України. 2006.

63. Сборник методик по определению концентраций загрязняющих веществ в промышленных выбросах. Часть 1. Москва : Гидрометеоиздат, 1986. 452 с.

64. Электроаналитические методы в контроле окружающей среды. – Москва : Химия, 1990. 282 с.

65. Воейков А.И. Типовая инструкция по организации системы контроля промышленных выбросов в атмосферу в отраслях промышленности. Львов : ГГО, 1986. 644 с

67. Чепиков Н.А. Совершенствование системы социально- гигиенического мониторинга региона с использованием геоинформационных технологий / Н.А. Чепиков // *Ученые записки. Электронный научный журнал Курского государственного университета.* 2011. № 4(20) Ч.1. – URL : <http://scientifinots.ru/pdf/022-004.pdf>

68. Про затвердження Технічного регламенту щодо вимог до автомобільних бензинів, дизельного, суднових та котельних палив: Проект постанови Кабінету Міністрів України (Електронний Ресурс) / Міністерство енергетики та вугільної промисловості України. – URL: http://mpe.kmu.gov.ua/fuel/control/uk/publish/article;jsessionid=9CC06417BB7E4 F998ED40BCF97DD5132?art\_id=225973&cat\_id=35082

69. Health risks of particulate matter from long-range transboundary air pollution / WHO European Centre for Environment and Health – Bonn Office. – Dennmark, 2006. – 99 p

70. Sharma N. Vehicular pollution prediction modelling: A review of highway dispersion models / N. Sharma, K. K. Chaudhry, C.Rao // Transport Reviews. ˗ 2004. ˗ Vol. 24. ˗ P. 409˗ 435.

71. Traffic-related air pollution : A critical review of the literature on emissions, exposure, and health effects ˗ Special report 17 / HEI Panel on the Health Effects of Traffic-Related Air Pollution. ˗ 2010. – 386 p.

72. Zhu Y.F. Study of ultrafine particles near a major highway with heavyduty diesel traffic Y.F. Zhu, W.C. Hinds,S. Kim et al*. Atmos. Environ*. – 2002. – Vol. 36. – P. 4323–4335.

73. Moore D.K. A land use regression model for predicting ambient fine particulate matter across Los Angeles / D.K. Moore, M. Jerrett, W.J. Mack et al. // Journal of Environmental Monitoring. – 2007. – Vol. 9. – P. 246–252.

74. Антропов К.М. Методология описания загрязнения атмосферного воздуха Екатеринбурга диоксидом азота методом Land use regression *Гигиена и санитария.* 2013. №2. С. 102−105.

75. Директива 2008/50/ЄС Європейського парламенту та ради від 21.05.2008 р. Про якість атмосферного повітря та чистіше повітря для Європи Офіційний вісник Європейського Союзу (UA). – 2008. – 11 червня. – 44 с.

76. Порядок установления нормативов сбора за загрязнение окружающей природной среды и взыскание этого сбора // Все о бухгалтерском учете. – 2006. – № 36. – С. 3–9.

77. Природно-ресурсна сфера України: проблеми сталого розвитку і трансформацій. Під. ред. Б.М. Данилишина, 2006, 704с.

78. Промислова екологія та її економічний аспект / В. М. Гончаров, Т. В. Пащенко, Б. Т. Харьковський, Н. Л. Недодаєва, О. В. Ковшаров / За заг. ред. д- ра екон. наук, засл. діяча науки і техніки України В. М. Гончарова. – К.: Техніка, 1996. – 160с.

79. Потай О.А. Формування інтегрованої системи екологічного менеджменту промислових підприємств // Наук. вісник НЛГУ. – 2009. – Вип. 19.9. – С. 212 – 216.

80. Ресурсозбереження та економічний розвиток України: формування механізмів переходу суб’єктів господарювання України до економічного розвитку на базі ресурсозберігаючих технологій: монографія / [ Сотник І.М., Мельник Л.Г., Шапочка М.К. та ін. ] ; за заг. ред. І.М. Сотник. – Суми : ВТД «Університетська книга», 2006. – 551 с. 99

81. Розум Р.І. Еколого-економічні системи: основні аспекти / Р.І. Розум, М.В. Буряк, І.В. Любезна //Науковий огляд. Науковий журнал. – Київ, 2015. – № 6 (16). – С. 33-49.

82. Рудько Г.І. Екологічна безпека техноприродних геосистем (наукові і методичні осно- ви) / Г.І. Рудько, С.В. Гошовський. – К. : Вид-во "Нічлава", 2006. – 464 с.

83. Сафранов Т. А. Екологічні основи природокористування: Навч. посібник. – 2-ге видання, стереотипне. – Львів: Новий Світ-2000, 2004. – 248 с.

84. Семенова В. Ф., Михайлюк О. Л. Екологічний менеджмент: Навч.посібник. – К.: Центр навчальної літератури, 2004 – 407 с.

85. Сталий розвиток: еколого-економічна оптимізація територіально-виробничих систем: навчальний посібник / Н. В. Караєва, Р. В. Корпан, Т.А. Коцко та ін.; за заг. ред. : І. В. Недіна. – Суми: Університетська книга, 2008. – 383 с.

86. Сталий розвиток: еколого-економічна оптимізація територіально-виробничих систем: навчальний посібник / [Н.В. Караєва, Р.В. Коран, Т.А. Коцко та ін.; за заг. ред. І.В. Недіна]. – Суми : ВТД «Університетська книга», 2008. – 384 с.

87. Стратегія інноваційного розвитку України на 2010-2020 роки в умовах глобалізаційних викликів : збірник / М.В. Стріха, В.С. Шовкалюк, Т.В. Боровіч, Ж.І. Дубчак, А.О. Сєдов. – К. : Брок-Бізнес, 2009. – 40 с.

88. Сухарев С. Основи екології та охорони довкілля: Навчальний посібник/ Сергій Сухарев, Степан Чундак, Оксана Сухарева,; Мін-во освіти і науки України, Ужгородський нац. ун-т. - К.: Центр навчальної літератури, 2006. - 391 с. 100

89. Токар В.В. Інноваційно-інвестиційна діяльність промислових підприємств та економічна безпека України. 2013 – 305с.

90. Туниця Ю.Ю. Екологічна Конституція Землі. Ідея. Концепція. Проблеми. – Львів: Видавничий центр Львівського національного університету ім.І.Франка, 2002. – 298 с.

Додаток А

Найбільші середні і максимальні концентрації забруднюючих речовин (в кратності ГДК) в атмосферному повітрі міста Запоріжжя за 2015-2019 рр.

Таблиця 2.3.1*.*

|  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
|  | ГДК, мг/м3 | |  | Середня концентрація | | |  |
|  |  |
|  | Максимальна з разових | Середньо- добова |  |  | | |  |
| 2015 | 2016 | 2017 | 2018 | 2019 |
| Пил (завислі речовини) | 0,5 | 0,15 | 0,7 | 0,7 | 0,7 | 0,7 | 1,1 |
| Двооксид сірки | 0,50 | 0,05 | 0,2 | 0,2 | 0,2 | 0,1 | 0,2 |
| Двооксид азоту | 0,20 | 0,04 | 2,2 | 2,0 | 2,2 | 2,0 | 2,2 |
| Оксид азоту | 0,40 | 0,06 | 1,0 | 1,0 | 1,0 | 0,8 | 1,0 |
| Оксид вуглецю | 5 | 3 | 0,3 | 0,3 | 0,3 | 0,3 | 0,4 |
| Формальдегід | 0,035 | 0,003 | 1,7 | 1,7 | 1,3 | 1,3 | 2,0 |
| Фенол | 0,01 | 0,003 | 2,0 | 2,0 | 2,0 | 2,0 | 2,3 |
| Фтористий водень | 0,02 | 0,005 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,2 |
| Хлористий водень | 0,20 | 0,20 | 0,2 | 0,2 | 0,2 | 0,2 | 0,2 |
| Сірководень | 0,008 | - | - | - | - | - | - |

ДОДАТОК Б

Таблиця Данні відносно респіраторних захворювань, тонажу викидів і середній вміст в ГДК речовин в Запоріжжі.

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Рік | Вперше зареєстр. Випадків захвор респіраторних хвороб на 100 тис населення, ч. | Викиди забруднюючих речовин в атмосферне повітря від стаціонарних та пересувних джерел, тис. Т | Середній вміст, **Пил (завислі речовини),** ГДК | Середній вміст, **Двооксид сірки,** ГДК | Середній вміст, **Двооксид азоту**, ГДК | Середній вміст, **Оксид азоту** ГДК | Середній вміст**, Оксид вуглецю,** ГДК | Середній вміст**,**  **Формальдегід,** ГДК |
| 2010 | 28222 | 217,5 | 0,7 | 0,2 | 2,2 | 0,8 | 1 | 2 |

Продовження таблиці Данні відносно респіраторних захворювань, тонажу викидів і середній вміст в ГДК речовин в Запоріжжі.

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 2011 | 27405 | 229,3 | 0,7 | 0,2 | 2,5 | 1,2 | 0,7 | 2,3 |
| 2012 | 24501 | 207,6 | 0,7 | 0,2 | 2,3 | 1,2 | 0,7 | 1,7 |
| 2013 | 25971 | 245,91 | 0,7 | 0,2 | 2,5 | 1,2 | 0,3 | 2 |
| 2014 | 27223 | 206,7 | 0,7 | 0,2 | 2,2 | 1 | 0,3 | 1,7 |
| 2015 | 27974 | 193,7 | 0,7 | 0,2 | 2,2 | 1 | 0,3 | 1,7 |
| 2016 | 32048 | 167 | 0,7 | 0,2 | 2 | 1 | 0,3 | 1,7 |
| 2017 | 29389 | 180,9 | 0,8 | 0,21 | 2,1 | 1 | 0,5 | 1,9 |
| 2018 | - | 174,7 | 0,7 | 0,2 | 2,2 | 1,2 | 0,5 | 2 |
| 2019 | - | 173,401 | 0,7 | 0,21 | 2 | 1,2 | 0,5 | 1,7 |