

Міністерство освіти і науки України
Національний технічний університет
«Дніпровська політехніка»

Інститут електроенергетики
Факультет інформаційних технологій
Кафедра системного аналізу і управління

ПОЯСНЮВАЛЬНА ЗАПИСКА
кваліфікаційної роботи ступеня бакалавра

студента
академічної
групи
спеціальності
на тему

Ільїної Ліни Владиславівни

124-19-2

124 Системний аналіз

«Аналіз та прогнозування стану атмосферного повітря
України»

Керівники:	Прізвище, ініціали	Оцінка за шкалою		Підпис
		Рейтинговою	Інституційною	
кваліфікаційної роботи	<i>к.ф.-м.н., проф. Ус С. А.</i>			
розділів:				
аналітичний:	<i>к.ф.-м.н., проф. Ус С. А.</i>			
спеціальний:	<i>к.ф.-м.н, проф. Ус С. А.</i>			
Рецензент:				
Нормоконтролер:	<i>к. ф.-м.н., доц. Хом'як Т. В.</i>			

Дніпро
2023р.

ЗАТВЕРДЖЕНО:

завідувач кафедри

Системного аналізу та управління

(повна назва)

_____ к.т.н., доц. Желдак Т.А.

(підпис) (прізвище, ініціали)

« _____ » _____ 20__ року

ЗАВДАННЯ

на кваліфікаційну роботу

ступеня бакалавра

студенту Льоній Л. В. академічної групи 124- 19-2

спеціальності: 124 Системний аналіз

на тему «Аналіз та прогнозування стану атмосферного повітря України»

затверджену наказом ректора НТУ «Дніпровська політехніка»

від 16.05.2023 №350-с

Розділ	Зміст	Терміни виконання
1. Інформаційно-аналітичний розділ	Теорія про основні поняття кореляційного аналізу	18.04.2023-02.05.2023
2. Спеціальний розділ	Прогнозування викидів в атмосферне повітря	03.05.2023-19.06.2023

Завдання видано _____ доц. Желдак Т.А.
(підпис) (прізвище, ініціали)

Дата видачі: 18.03.2023

Дата подання до екзаменаційної комісії: _____

Прийнято до виконання _____ Льонія Л. В.
(підпис студента) (прізвище, ініціали)

РЕФЕРАТ

Пояснювальна записка: 41 с., 10 рис., 3 табл., 8 додатків, 13 джерел.

Об'єктом дослідження в роботі є процес аналізу і прогнозування обсягу викидів стаціонарних і пересувних джерел в атмосферне повітря України в різних областях.

Предметом дослідження є статистичні дані про обсяги викидів шкідливих речовин.

Метою даної кваліфікаційної роботи є розуміння важливості захисту навколишнього середовища у своєму місці проживання і, за потреби, пошук шляхів допомоги.

Методи дослідження: методи прогнозування.

В аналітичному розділі наведено аналіз об'єкту дослідження та ключових проблем на ньому. Поставлені задачі дослідження та обрано концепції їх розв'язання.

У спеціальному розділі сформовано бізнес-процес та алгоритми для аналізу поставленої задачі.

Практична цінність отриманих результатів полягає в тому, що спрогнозовані дані обсягів викидів допоможуть привернути увагу до проблеми екології в Україні.

Ключові слова: ЦІЛІ СТАЛОГО РОЗВИТКУ, СТАЦІОНАРНІ ДЖЕРЕЛА, ПЕРЕСУВНІ ДЖЕРЕЛА, ОБСЯГИ ВИКИДІВ, МОДЕЛЮВАННЯ БІЗНЕС-ПРОЦЕСІВ, ПРОГНОЗУВАННЯ, ЗАХВОРЮВАНІСТЬ.

ABSTRACT

Explanatory note: 41p., 10 fig., 3 table, 8 supplements, 13 sources.

The research object: process of analysis and forecasting of the volume of emissions of stationary and mobile sources into the atmospheric air of Ukraine in various regions.

The subject of the study is statistical data on the volume of emissions of harmful substances.

The purpose of this qualification work is to understand the importance of protecting the environment in one's place of residence and, if necessary, to find ways to help.

Research methods: observation, analysis, description.

The analytical section provides an analysis of the research object and its key problems. Research tasks are set and concepts for their solution are chosen.

In a special section, the business process and algorithms for the analysis of the given task are formed.

The practical value of the obtained results lies in the fact that the projected data on the volume of emissions will help draw attention to the problem of ecology in Ukraine.

Key words: GOALS OF SUSTAINABLE DEVELOPMENT, STATIONARY SOURCES, MOBILE SOURCES, VOLUMES OF EMISSIONS, MODELING OF BUSINESS PROCESSES, FORECASTING, INCIDENCE.

Зміст

ВСТУП

РОЗДІЛ I. ІНФОРМАЦІЙНО-АНАЛІТИЧНИЙ

1.1. Актуальність. Опис стану проблеми

1.2. Огляд літератури

1.3. Короткі теоретичні відомості

1.4. Бізнес-процеси контролю і моніторингу стану повітря

ВИСНОВКИ ДО РОЗДІЛУ I

РОЗДІЛ II. СПЕЦІАЛЬНИЙ

2.1. Порівняння для різних регіонів

2.2. Залежність між захворюваністю і обсягом викидів

2.3. Розробка регресійної моделі

ВИСНОВКИ ДО II РОЗДІЛУ

ВИСНОВКИ

ПЕРЕЛІК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

ДОДАТОК А. ВІДОМІСТЬ МАТЕРІАЛІВ КВАЛІФІКАЦІЙНОЇ РОБОТИ

ДОДАТОК Б. ВІДГУК КЕРІВНИКА КВАЛІФІКАЦІЙНОЇ РОБОТИ

ДОДАТОК В. ВИКИДИ ЗАБРУДНЮЮЧИХ РЕЧОВИН В АТМОСФЕРНЕ

ПОВІТРЯ УКРАЇНИ

ДОДАТОК Г. ЗАХВОРЮВАНІСТЬ УКРАЇНИ

ДОДАТОК Д. ВИКИДИ ЗАБРУДНЮЮЧИХ РЕЧОВИН У

ДНІПРОПЕТРОВСЬКІЙ ОБЛАСТІ

ДОДАТОК Е. ВИКИДИ ЗАБРУДНЮЮЧИХ РЕЧОВИН У ЗАКАРПАТСЬКІЙ

ОБЛАСТІ

ДОДАТОК Ж. ЗАХВОРЮВАНІСТЬ ДНІПРОПЕТРОВСЬКОЇ ОБЛАСТІ

ДОДАТОК З. ЗАХВОРЮВАНІСТЬ ЗАКАРПАТСЬКОЇ ОБЛАСТІ

ВСТУП

Актуальність теми. На сучасному етапі екологія, а саме забруднення повітря є гарячою темою для обговорення по всьому світі. До війни Україна була великою промисловою країною, що не могло не відобразитися на стані атмосферного повітря, яке в свою чергу окрім глобального потепління спричиняє захворюваність населення.

Зростання негативного антропогенного тиску відбувається в результаті впливу цілого ряду факторів середовища, серед яких можна виділити недосконалість господарського механізму, невирішеність питань оцінки ресурсів і плати за їх використання, неефективність методів стимулювання, нестабільну геополітичну ситуацію. Багато в чому величина негативного антропогенного впливу є наслідком використання застарілого, фізично і морально, обладнання, низьким рівнем технології.

У зв'язку з викладеним питання підвищення ефективності природоохоронної діяльності, вдосконалення окремих елементів господарського механізму раціонального природокористування та в першу чергу оптимізація методів планування капітальних і поточних витрат з охорони навколишнього середовища є актуальною науковою задачею.

Мета і завдання дослідження. Метою даної кваліфікаційної роботи було дослідити зміни стану атмосферного повітря та спрогнозувати можливий обсяг викидів у майбутньому на прикладі деяких областей України.

Об'єкт дослідження. Атмосферне повітря України.

Предмет дослідження. Прогнозування зміни обсягу викидів та визначення алгоритму управління, що забезпечує досягнення бажаних результатів по цим показникам та визначення алгоритму управління, який забезпечує задане співвідношення між цими показниками та інвестиціями в природоохоронну діяльність.

Методи дослідження. Методи прогнозування і кореляційно-регресійний аналіз.

Практична цінність отриманих результатів полягає у тому, що здійснення раціонального фінансування в природоохоронну діяльність веде одночасно до оптимізації виробничої діяльності підприємства й зменшення антропогенного тиску на навколишнє природне середовище.

Апробація результатів здійснена на конференції «Тиждень студентської науки 2023» і VI Всеукраїнській Інтернет-конференції здобувачів вищої освіти і молодих учених «Інформаційні технології: теорія і практика».

РОЗДІЛ I. ІНФОРМАЦІЙНО-АНАЛІТИЧНИЙ

1.1. Актуальність. Опис стан проблеми

Кожна країна ставить перед собою цілі сталого розвитку(далі: ЦСР), щоб її громадяни існували у безпечному освіченому і здоровому суспільстві. Україна не є виключенням. Україна у 2017 році поставила для себе 17 цілей, які планує виконати до 2030 року[2]. Особливо важливими мені здалися пункти про екологію тому, що без чистого навколишнього середовища неможливо створити основу для грамотної охорони здоров'я і ліквідації безграмотності населення.

Сталий розвиток – такий розвиток країн і регіонів, коли економічне зростання, матеріальне виробництво і споживання, а також інші види діяльності суспільства відбуваються в межах, які визначаються здатністю екосистем відновлюватися, поглинати забруднення і підтримувати життєдіяльність теперішніх та майбутніх поколінь.

Еколого-економічна система – відносно самостійна природно-виробнича система, до якої входять природні, промислові, аграрні та комунально-побутові об'єкти, що функціонують як єдине ціле. Характеризується мінімальними матеріальними й енергетичними витратами за умови отримання запланованого обсягу продукції, досягнення оптимальної продуктивності використання природних ресурсів і забезпечення необхідної якості довкілля.

Розрізняють локальну, регіональну і глобальну еколого-економічну систему (далі ЕЕС). Локальна – окрема ланка господарської діяльності (підприємство), яка розглядається у взаємозв'язку з близько розташованими об'єктами навколишнього середовища. Для регіональної ЕЕС характерний вищий рівень і розмаїтість економічних об'єктів та ширша просторова сфера навколишнього середовища. Глобальна ЕЕС – система, в якій економіка розглядається загалом, а навколишнє середовище – у планетарному масштабі або в межах національних кордонів. Головним компонентом, що визначає напрям і характер функціонування ЕЕС загалом, є її виробнича ланка.

Особливість екологічних компонентів ЕЕС полягає в тому, що практично всі її елементи зазнають постійного впливу господарської діяльності.

Поняття «еколого-економічна система» дає можливість здійснити системний підхід при дослідженні проблеми взаємодії виробничої діяльності з навколишнім середовищем. Важливим завданням аналізу ЕЕС є визначення взаємозв'язків між параметрами технологічних процесів і змінами в навколишньому середовищі. Функціонування ЕЕС базується на принципах обміну речовин, енергії та інформації між її структурними одиницями, що відбувається у процесі суспільного виробництва. Ефективність функціонування ЕЕС визначається якісними і кількісними показниками використання ресурсів і станом навколишнього середовища.

Вважаю за потрібне зазначити, що в зараз на стан повітря прямим і непрямим способом впливає війна.

Прямий вплив бойових дій – це детонування снарядів, використання артилерійської зброї та авіабомб. За даними ДСНС на червень 2022 року, на території України знешкоджено понад 120 тисяч вибухонебезпечних предметів, зокрема 1 978 авіаційних бомб. Водночас російська армія випустила по Україні 2 275 ракет.

Непрямий вплив бойових дій – це пожежі в екосистемах, вибухи нафтобаз, атаки на промислові об'єкти та склади небезпечних відходів, як-от пінополіуретан, мінеральні добрива, лакофарбові вибори, аміачна селітра тощо. Влучання ракетних та артилерійних снарядів у нафтосховища та склади хімічних речовин утворюють пожежі, під час яких в атмосферу і ґрунт викидаються шкідливі речовини такі, як сірка, мідь, залізо, вуглець. А обсяг викидів від загоряння лісів, нафтобаз та інших об'єктів становить 182 мільйони тонн шкідливих речовин.

1.2. Огляд літератури

Назвемо ЦСР і завдання, які переслідує екологічна політика нашої країни [2]:

- Ціль 6. Чиста вода та належні санітарні умови:
 - Завдання 6.1. Забезпечити доступність якісних послуг з постачання безпечної питної води, будівництво та реконструкцію систем централізованого питного водопостачання із застосуванням новітніх технологій та обладнання;
 - Завдання 6.2. Забезпечити доступність сучасних систем водовідведення, будівництво та реконструкцію водозабірних та каналізаційних очисних споруд із застосуванням новітніх технологій та обладнання;
 - Завдання 6.3. Зменшити обсяги скидання неочищених стічних вод, насамперед з використанням інноваційних технологій водоочищення на державному та індивідуальному рівнях;
 - Завдання 6.4. Підвищити ефективність водокористування;
 - Завдання 6.5. Забезпечити впровадження інтегрованого управління водними ресурсами;
- Ціль 7. Доступна і чиста енергія:
 - Завдання 7.1. Розширити інфраструктуру та модернізувати мережі для забезпечення надійного та сталого енергопостачання на основі впровадження інноваційних технологій;
 - Завдання 7.2. Забезпечити диверсифікацію постачання первинних енергетичних ресурсів;
 - Завдання 7.3. Збільшити частку енергії з відновлюваних джерел у національному енергетичному балансі, зокрема за рахунок введення додаткових потужностей об'єктів, що виробляють енергію з відновлюваних джерел;
 - Завдання 7.4. Підвищити енергоефективність економіки;
- Ціль 12. Відповідальне споживання та виробництво:
 - Завдання 12.1. Знизити ресурсоемність економіки;
 - Завдання 12.2. Зменшити втрати продовольства у виробничо-збутових ланцюжках

- Завдання 12.3. Забезпечити стале використання хімічних речовин на основі інноваційних технологій та виробництв
- Ціль 13. Пом'якшення наслідків зміни клімату:
 - Завдання 13.1. Обмежити викиди парникових газів в економіці;
- Ціль 14. Збереження морських ресурсів:
 - Завдання 14.1. Скоротити забруднення морського середовища;
 - Завдання 14.2. Забезпечити стале використання і захист морських та прибережних екосистем, підвищення їх стійкості та відновлення на основі інноваційних технологій;
 - Завдання 14.3. Запровадити ефективне регулювання видобутку морських біоресурсів;
- Ціль 15. Захист та відновлення екосистем суші:
 - Завдання 15.1. Забезпечити збереження, відновлення та стале використання наземних і внутрішніх прісноводних екосистем;
 - Завдання 15.2. Сприяти сталому управлінню лісами;
 - Завдання 15.3. Відновити деградовані землі та ґрунти з використанням інноваційних технологій;
 - Завдання 15.4. Забезпечити збереження гірських екосистем.

Цілі сталого розвитку на Дніпропетровщині мало чим відрізняються від ЦСР України, але більше спрямовані на розвиток регіону, що логічно:

- Ціль 6. Чиста вода та належні санітарні умови:
 - Завдання 6.5. Реалізація регіональної програми «Питна вода Дніпропетровщини»;
- Ціль 15. Захист та відновлення екосистем суші:
 - Завдання 15.1. Проводити заходи щодо підвищення відсотка заповідних територій області;
 - Завдання 15.2. Збільшувати території лісів регіону;
 - Завдання 15.3. Провести інвентаризацію деградованих земель та ґрунтів регіону та їх цільового використання;

- Завдання 15.4. Збільшити площу земель органічного виробництва;
- Завдання 15.5. Запровадити екологічні та ресурсозберігаючі вимоги для користувачів земель.

Експертка екологічної організації «Екодія» Марина Ратушна розповіла[6] про чинники, які наносять шкоду екології України, а саме атмосферному повітрю, наводить деякі статистичні дані посилаючись на офіційні джерела. Вище сказане діячка підсумувала інформацією про обсяг збитків у грошовому еквіваленті.

Як звітує Міністерство довкілля України, обсяг викидів шкідливих речовин за час повномасштабного вторгнення дорівнює обсягу викидів одного металургійного підприємства за рік роботи.

Цифри доводять шкідливість пересувних джерел викидів (транспорт), переконаний начальник Управління екології КМДА Олександр Возний [8]. «Ми дійсно побачили, що при ситуації, коли багато машин залишили місто, повітря стало набагато чистіше — фактично 80%, які були в розрахунках, підтвердилися на практиці», - говорить Возний.

1.3. Короткі теоретичні відомості

В цій роботі будуть використовуватися методи прогнозування і кореляційно-регресійного аналізу. Ознайомимося з ними детальніше у збірнику [10].

Статистичною залежністю між двома величинами називають таку залежність, за якої зміна розподілу ймовірностей однієї з них викликає зміну розподілу ймовірностей другої.

Кореляційний аналіз – це статистичне дослідження існуючої залежності між випадковими величинами. *Завданням кореляційного аналізу є з’ясування того, чи існує істотний зв’язок між досліджуваними параметрами і, якщо він існує, визначення сили цього зв’язку (сильний або слабкий).*

Регресійний аналіз – метод визначення відокремленого і спільного впливу факторів на результативну ознаку та кількісної оцінки цього впливу шляхом використання відповідних критеріїв.

Завданням регресійного аналізу є оцінка параметрів рівняння регресії. Для цього необхідно задати конкретний вид функцій $f(x)$ або $g(y)$ і за результатами експерименту встановити значення параметрів цих функцій, тобто конкретний вигляд рівняння регресії.

Побудова рівняння регресії включає такі етапи:

- 1) визначення виду залежності (етап специфікації);
- 2) визначення коефіцієнтів регресії (етап ідентифікації);
- 3) перевірка якості рівняння регресії (етап верифікації).

Якщо незалежна змінна одна, то регресія називається парною.

Якщо зі збільшенням X значення залежної змінної Y в середньому збільшується, то така залежність називається *прямою*. Якщо середнє значення Y при збільшенні X зменшується, має місце *від'ємна* або *зворотна кореляція*. Якщо зі зміною X значення Y в середньому не змінюються, то кажуть, що кореляція – *нульова*.

Коефіцієнт кореляції – показник, який використовують для вимірювання щільності зв'язку між результативними і факторними ознаками у кореляційно-регресійній моделі за лінійної залежності. За абсолютною величиною коефіцієнт кореляції коливається в межах від -1 до $+1$. Чим ближчий цей показник до 0 , тим слабкішим є зв'язок, чим ближчий він до ± 1 – тим зв'язок тісніший. Знак «плюс» при коефіцієнті кореляції означає прямий зв'язок між ознаками X і Y , знак «мінус» – обернений.

Величина R^2 називається **коефіцієнтом детермінації**. Він визначає частку варіації вихідної змінної, яка пояснюється варіацією незалежної змінної. Його значення обчислюють як квадрат коефіцієнта кореляції.

1.4. Бізнес-процеси контролю і моніторингу стану повітря

Бізнес-процес – це система послідовної, цілеспрямованої та регульованої діяльності, в якій за допомогою керуючого впливу та використання ресурсів входи процесу перетворюються на виходи (результати процесу) які є цінними для споживачів.

Опис бізнес-процесів — це візуалізація діяльності компанії через детальні блок-схеми процесів.

Для нашого предмету дослідження також можна побудувати бізнес-процес. Використовувався десктопний застосунок AllFusion Process Modeler 7.0 і була побудована IDEF0 модель.

Розглянемо її детальніше (рис. 1.1):

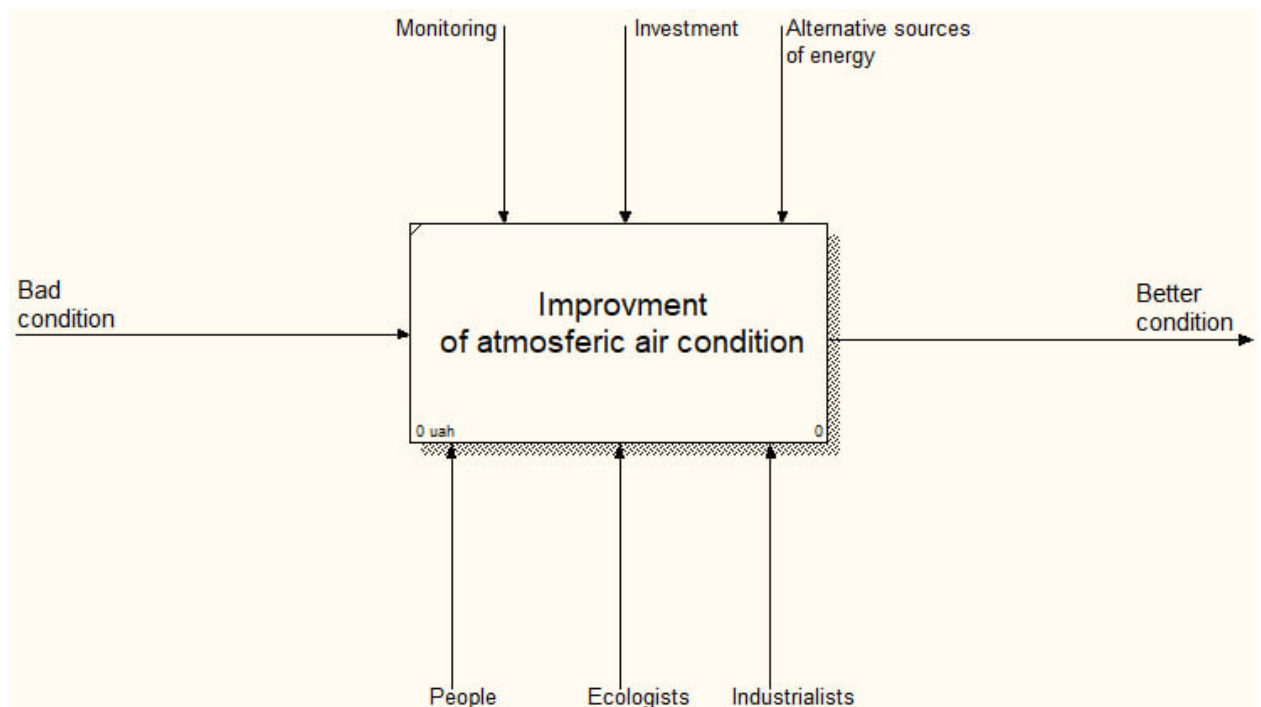


Рис. 1.1. Бізнес-процес покращення стану атмосферного повітря

Маємо задачу: покращити стан атмосферного повітря. Звичайно, ідеальним і без шкідливих домішок повітря не стане, але за допомогою деяких інструментів можна значно покращити ситуацію.

Люди (мається на увазі всі не дотичні до предмету, що оглядається в даній роботі) можуть створювати громадські ініціативи з висаджування дерев, сортувати сміття, користуватися альтернативними джерелами енергії, як от

сонячні панелі або будь-які форми вітрогенераторів. Також до звичайних людей повинні доєднатись і промисловці, які керують підприємствами, що напряду забруднюють повітря. До їх обов'язків входить стежити за кількістю викидів, вчасно встановлювати очисні фільтри і моніторити їх стан і придатність.

Екологи мають спеціалізовану освіту, тому краще розуміють, як правильно відстежувати стан повітря на моніторингових станціях[7], складати акти і рекомендації.

Після оприлюднення результатів на тематичних конференціях, є можливість залучити інвестиції, як від бізнесу, так і з Держбюджету.

Таким чином, на вході маємо поганий стан повітря, і на виході, після вище описаних маніпуляцій, покращену ситуацію. Якщо на довгостроковому проміжку часу стан повітря покращується, можна вважати, що ціль досягнуто.

Висновки до розділу 1

В цьому розділі було наведено короткі теоретичні відомості про кореляційно-регресійний аналіз, перераховано цілі сталого розвитку і візуалізовано бізнес-процес, який відбувається при покращенні ситуації з викидами із стаціонарних джерел в атмосферне повітря України.

РОЗДІЛ II. СПЕЦІАЛЬНИЙ

2.1. Порівняння для різних регіонів

Маємо дані про обсяг викидів забруднюючих речовин і парникових газів, діоксиду вуглецю в атмосферне повітря України (Додаток В) (рис. 2.1).

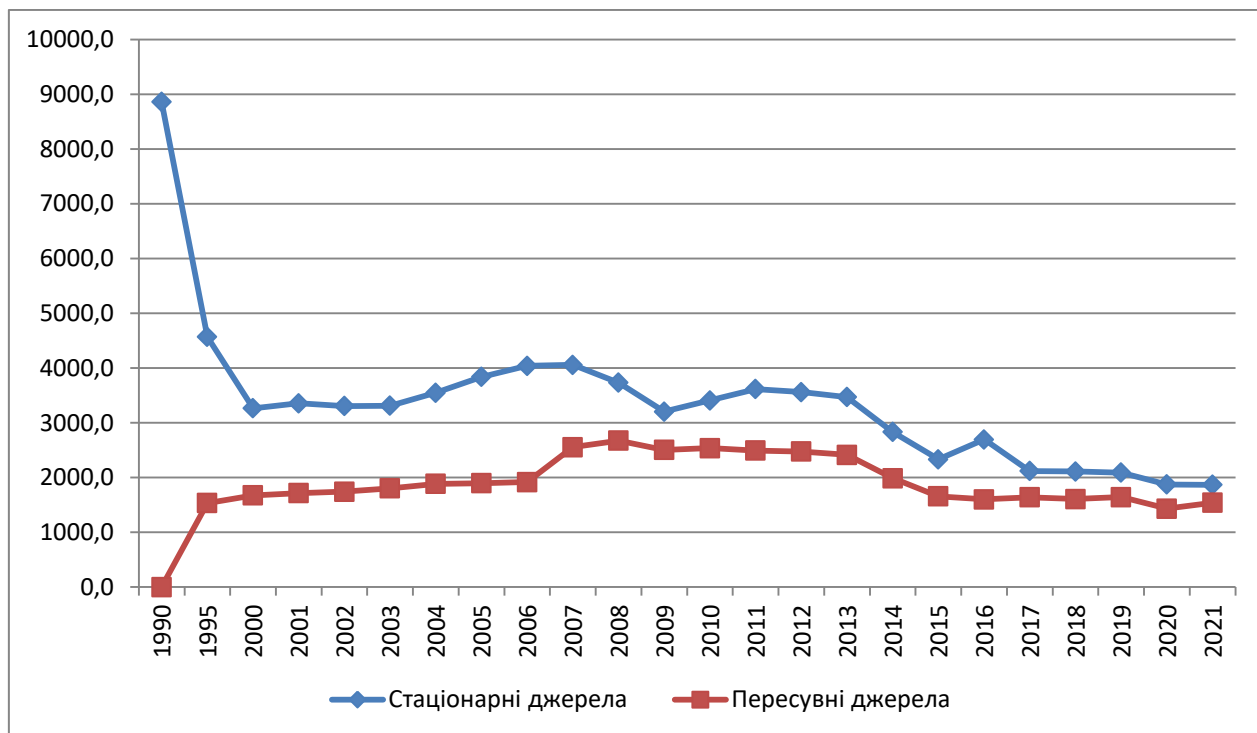


Рис. 2 1. Обсяги викидів забруднюючих речовин в Україні

Статистичні дані за 1991-1994, 1996-1999 роки відсутні, а також за 1990 рік для пересувних джерел викидів.

Виміри проводились у тисячах тон.

Відповідно до даних [1], було побудовано графік, на якому видно, що після 1990 року викиди стаціонарних джерел суттєво зменшились до 1995 року. До 2003 року обсяг викидів тримається на одному рівні, а потім трохи зростає до 2007 року, але падає до тодішнього мінімуму в 2009 році. Зростає до 2011 року і знову падає до 2015 року. Більш різкий спад в 2014 році був обумовлений анексією Автономної Республіки Крим росією і неможливістю обрахувати дані з окупованих територій Донецької та Луганської областей. З 2016 року почалось падіння обсягу викидів без зростань.

З 1995 по 2008 рік обсяг викидів пересувних джерел зріс, але із модернізацією техніки показує тенденцію на скорочення.

Далі розглянемо обсяги викидів Дніпропетровської області (Додаток Д)(рис. 2.2).

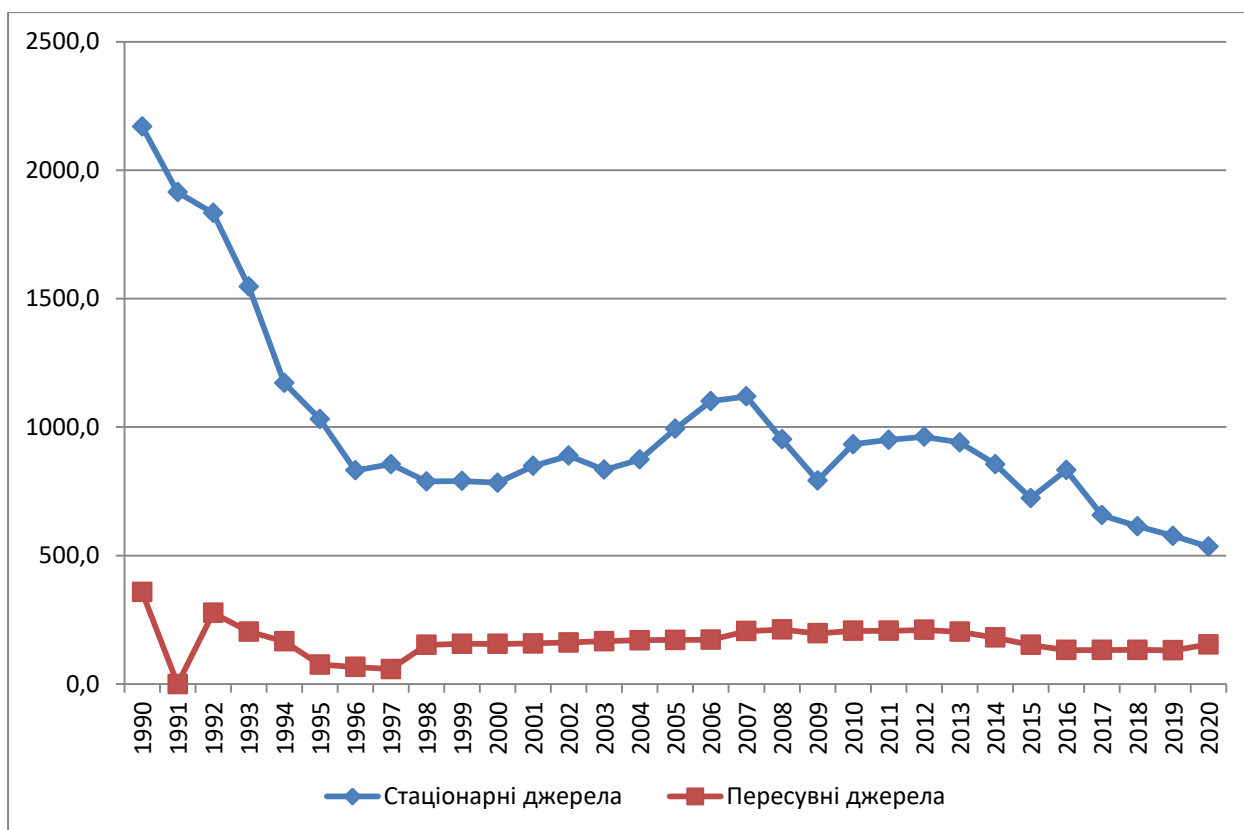


Рис. 2.2. Обсяги викидів забруднюючих речовин в Дніпропетровській області

Виміри проводились у тисячах тон.

На цьому графіку спостерігається різке скорочення обсягу викидів стаціонарних джерел з 1990 року по 1996 рік, потім повільне зростання до 2007 року, падіння до 2009 і так далі.

Загалом, дивлячись на такі статистичні дані можна з упевненістю сказати, що на стан справ впливають політичні фактори.

Обсяг викидів пересувних джерел після скорочення з 1990 по 1997 роки залишився практично незмінним.

Далі маємо статистичні дані про обсяг викидів у Закарпатській області (Додаток Е)(рис. 2.3).

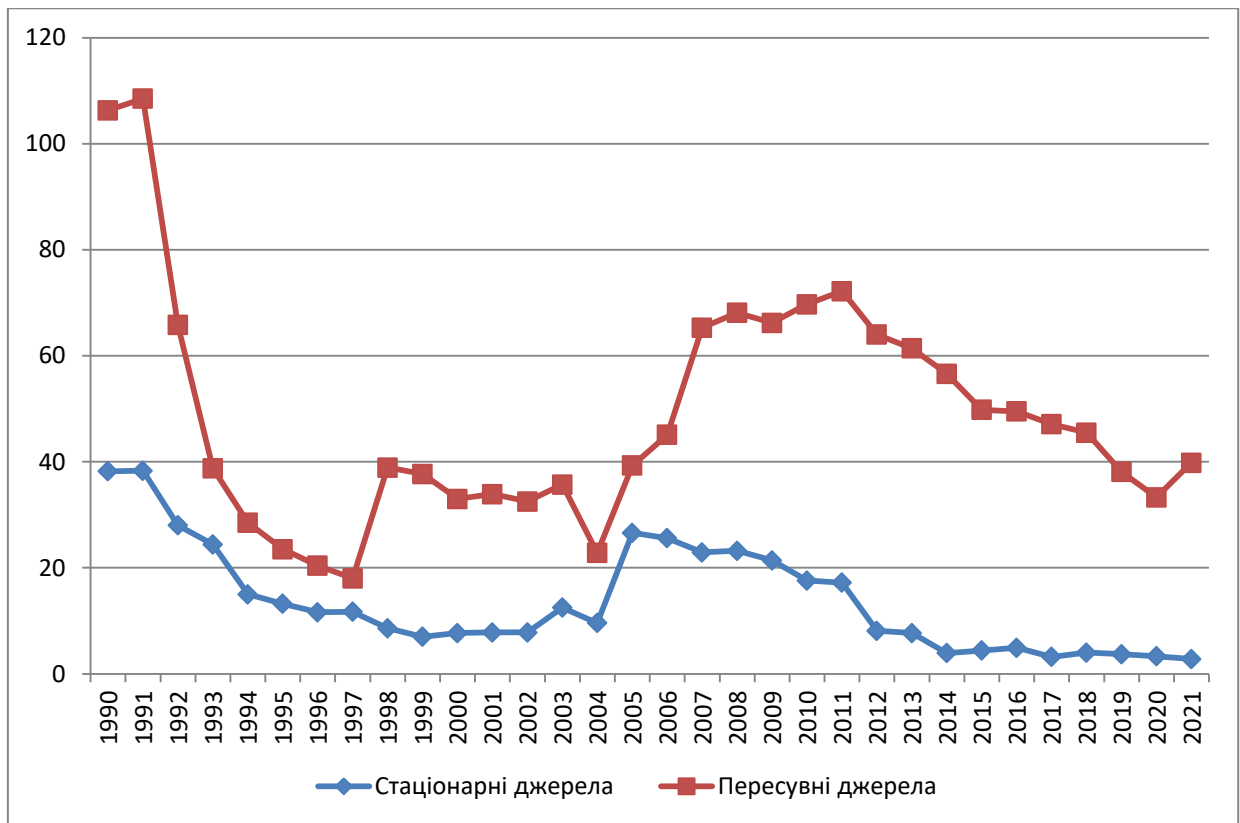


Рис. 2.3. Обсяги викидів забруднюючих речовин в Закарпатській області

З 1992 року можемо спостерігати різке скорочення викидів стаціонарних джерел до мінімального значення в 1997 році, потім зростання, знову спад у 2004 році і значне зростання до 2011 року і спад до 2020 року.

Обсяги викидів пересувних джерел не так сильно коливались: із 1991 до 2002 року був спад, потім зростання до 2005 року і плавне падіння до мінімуму у 2021 році.

Як відомо, викиди шкідливих речовин негативно впливають не лише на клімат, а і на здоров'я людей. Переважно під впливом знаходяться органи дихання, тому при аналізі використовуватимемо дані по захворюваності на хвороби дихальної системи.

Розглянемо захворюваність для Дніпропетровської (Додаток Ж) і Закарпатської областей (Додаток З) на 100 тисяч населення (рис. 2.4).

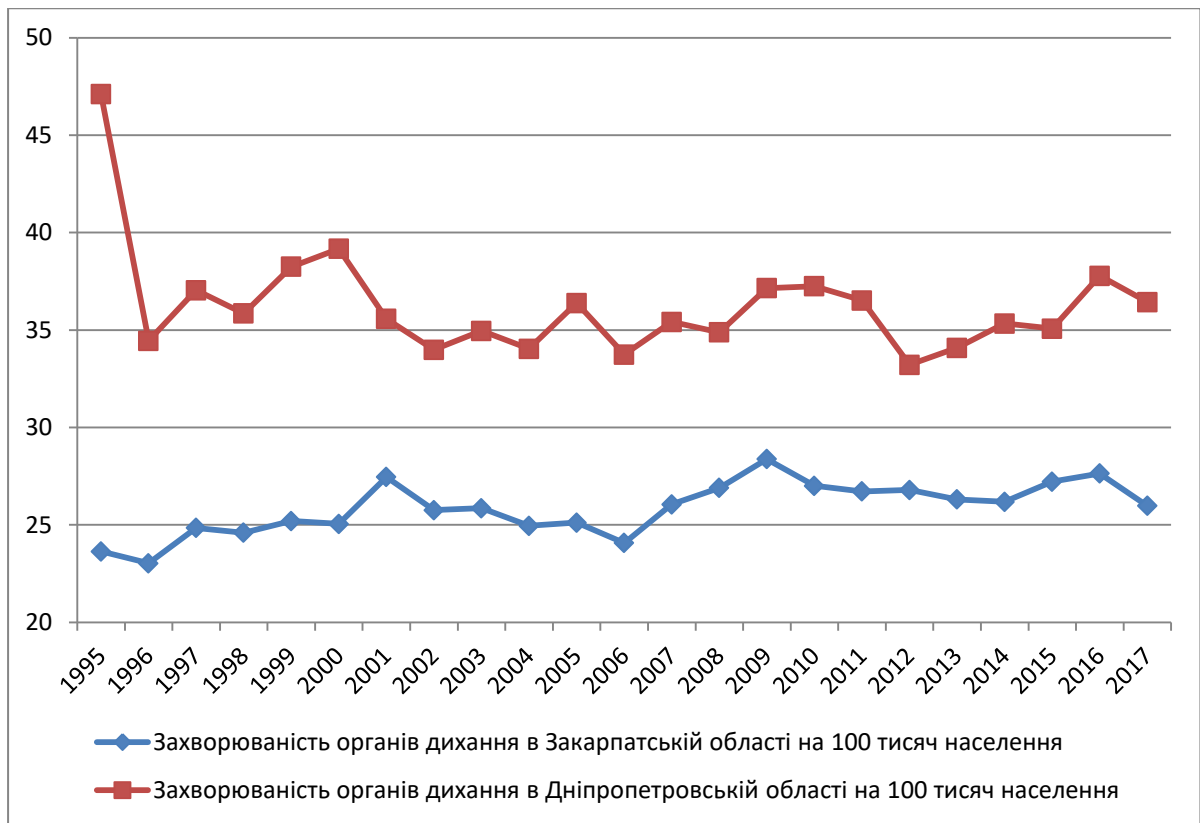


Рис. 2.4. Порівняння між захворюваністю Дніпропетровської і Закарпатської областей на 100 тисяч населення

Оскільки розрахунки, за якими були побудовані графіки, проводились стосовно кожних 100 тисяч населення кожної з цих двох областей, то можна вважати цей приклад адекватним.

Якщо брати до уваги географічне розташування областей, то повітря в Закарпатській області більш вологе і знаходиться під впливом Атлантичних повітряних мас, в той час як у Дніпропетровській області більше континентальний клімат, що означає більш сухий, так як Українські Карпати є природною перепоною для потрапляння вологих повітряних мас на територію області.

Також географічне розташування вплинуло і на утворення родовищ корисних копалин на Українському щиті таких, як родовище залізних руд (Криворізький залізорудний басейн), родовище марганцевої руди (м. Марганець), родовище ранової руди (м. Жовті Води), родовище нікелевої руди (м. Нікополь). Видобуток руд вимагає виробництва продуктів з руд, тому

кожне з цих міст має заводи і комбінати, які, очевидно, спричиняють багато викидів в атмосферне повітря області.

Також кількість викидів залежить від наявності електростанцій, особливо теплових, які виробляють електроенергію, спалюючи вугілля і інше паливо.

Така кількість джерел викидів не може не впливати на захворюваність населення, що ми і бачимо на рис. 4. Дніпропетровська область набагато більша за площею за Закарпатську і, відповідно, має більше місця для розташування виробництв. Велика кількість виробництв, у свою чергу, затруднює велику кількість людей, і така робота не завжди впливає на здоров'я кращим чином.

Вище згадані факти пояснюють велику різницю в захворюваності органів дихання Закарпатської і Дніпропетровської областей.

2.2. Залежність між захворюваністю і обсягом викидів

Далі розглянемо залежність між захворюваністю на різні типи хвороб населення України і обсягом викидів, попередньо нормувавши населення по 100 тисяч (рис. 2.5-8) (Додаток Г).

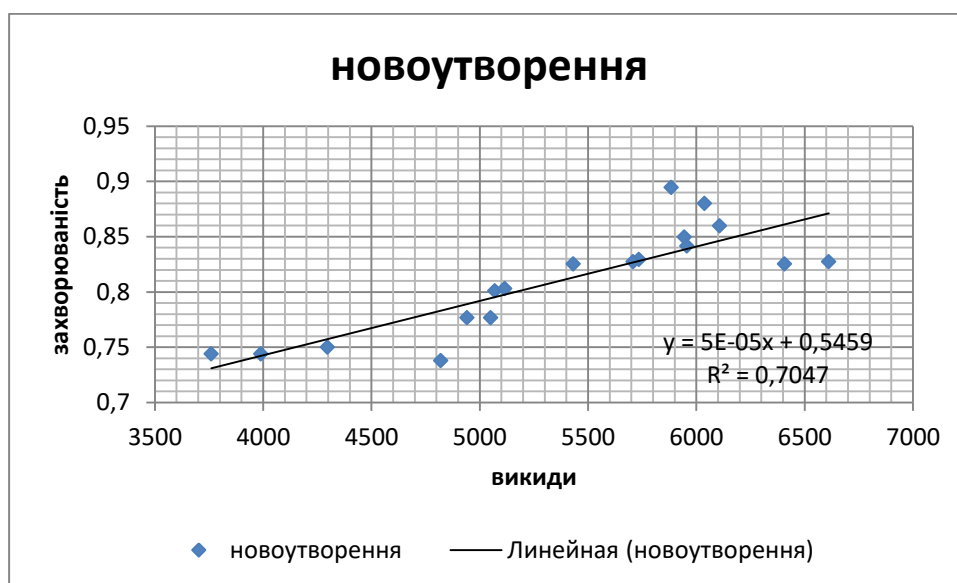


Рис. 2.5. Вплив обсягу викидів на новоутворення

На графіку бачимо лінійну залежність із коефіцієнтом детермінації $>0,6$, а це означає сильну залежність, тому скорочення обсягу викидів призведе до зменшення шкідливих новоутворень в організмі людини.

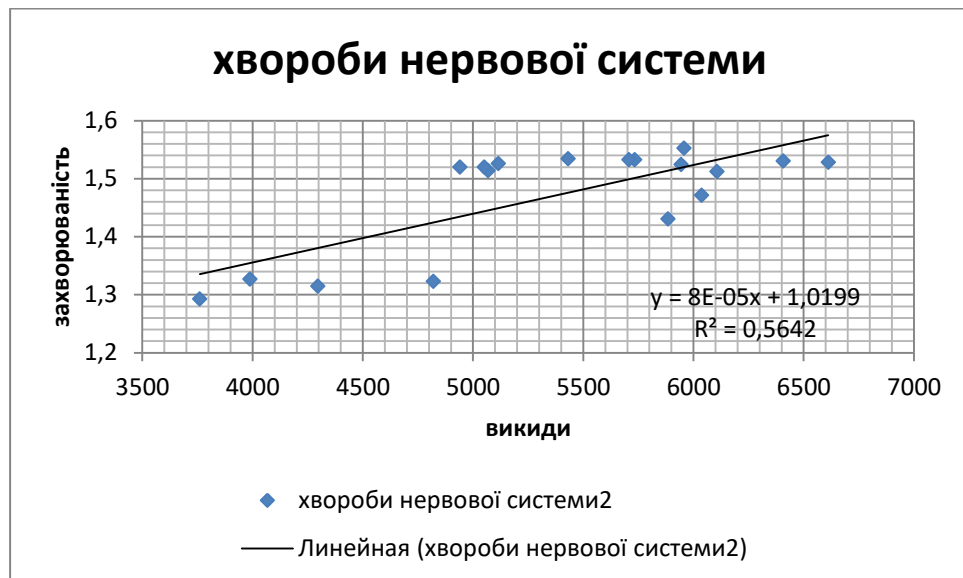


Рис. 2.6. Вплив обсягу викидів на хвороби нервової системи

Далі розглянемо графік залежності хвороб нервової системи від обсягу викидів. Можемо побачити, що коефіцієнт детермінації менше, ніж 0,5, тому залежність слабка.

В подальшому дослідженні групи хвороб із слабкою залежністю від обсягу викидів виростуватися не будуть.

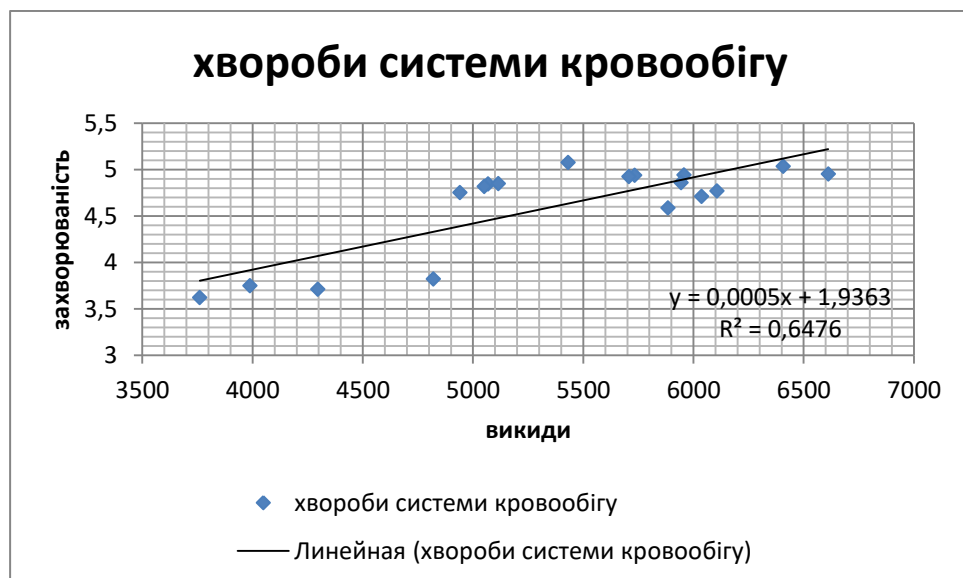


Рис. 2.7. Вплив обсягу викидів на новоутворення

На графіку залежності хвороб системи кровообігу можемо побачити сильну залежність (коефіцієнт детермінації $>0,6$). Важкі метали, як-от свинець, залізо, із повітрям всмоктуються в кров і таким чином можуть призвести до різноманітних хвороб серця.

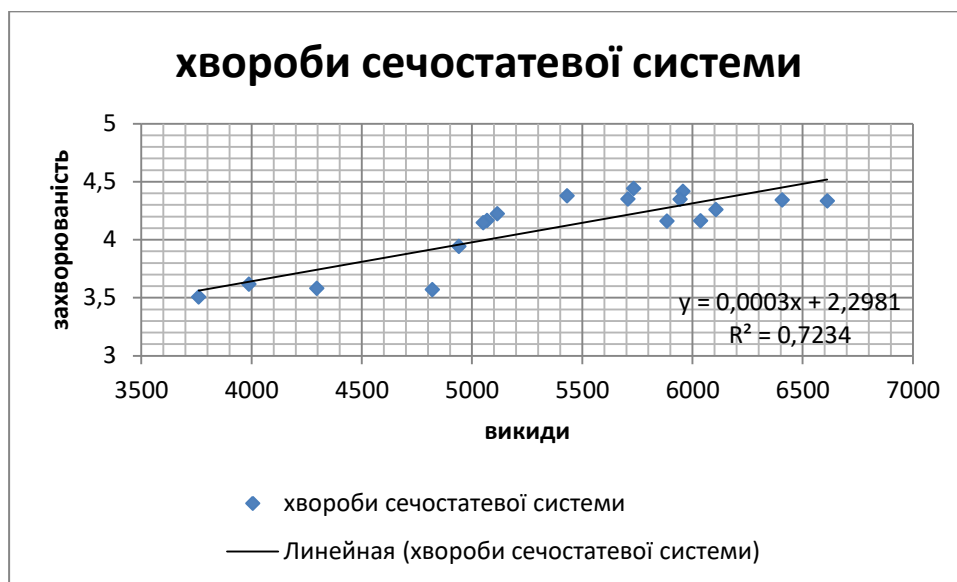


Рис. 2.8. Вплив обсягу викидів на хвороби сечостатевої системи

На графіку залежності хвороб сечостатевої системи можемо побачити сильну залежність (коефіцієнт детермінації $>0,6$). Сечостатева система напряму пов'язана із системою кровообігу, тому шкідливі речовини із крові обов'язково будуть очищені і відфільтровані сечостатевою системою.

2.3. Розробка лінійної регресійної моделі

Умови задачі. Припустимо, що є підстави вважати, що викиди в атмосферне повітря України впливають на кількість захворювань сечостатевої системи. Необхідно провести кореляційно-регресійний аналіз і з'ясувати чи існує така залежність і, якщо існування залежності буде підтверджено, побудувати статистичну (регресійну) модель впливу викидів на кількість захворювань сечостатевої системи.

Скористаємось даними табл. Додатка Г та 2.1. Враховуючи, що дані про захворюваність описують абсолютні величини, а чисельність населення не є

величиною сталою, перетворимо їх у відносні дані – кількість виявлених захворювань на 100 тисяч осіб, скориставшись даними про чисельність наявного населення (табл. 2.1). І запишемо вихідні дані для кореляційно-регресійного аналізу у табл. 2.2.

Таблиця 2.1

Кількість населення України з 2000 по 2017 роки

Рік	Кількість населення (у тис.)	Рік	Кількість населення (у тис.)
2000	49200	2009	46100
2001	48700	2010	45900
2002	48200	2011	45700
2003	47800	2012	45600
2004	47500	2013	43000
2005	47100	2014	42800
2006	46800	2015	42600
2007	46500	2016	42400
2008	46300	2017	42200

Таблиця 2.2

Вихідні дані для кореляційно-регресійного аналізу

i	x_i (кількість викидів, тис. т)	y_i (кількість уперше виявлених захворювань сечостатевої системи)	i	x_i (кількість викидів, тис. т)	y_i (кількість уперше виявлених захворювань сечостатевої системи)
1	4940,1	3,941057	10	5707,322	4,349593
2	5068,9	4,164634	11	5943,622	4,345528
3	5050,3	4,144309	12	6106,921	4,25813
4	5115,4	4,221545	13	6036,72	4,160569

5	5431,9	4,376016	14	5883,719	4,158537
6	5733,9	4,441057	15	4819,514	3,569106
7	5956,5	4,414634	16	3988,511	3,615854
8	6611,123	4,333333	17	4296,009	3,579268
9	6407,024	4,341463	18	3760,208	3,504065

Етап 1. Ідентифікація

Виконаємо візуалізацію даних вимірювань. Для цього побудуємо точковий графік розподілу парних вимірів $(x_i; y_i)$ у декартовій системі координат (див. рис. 2.9).

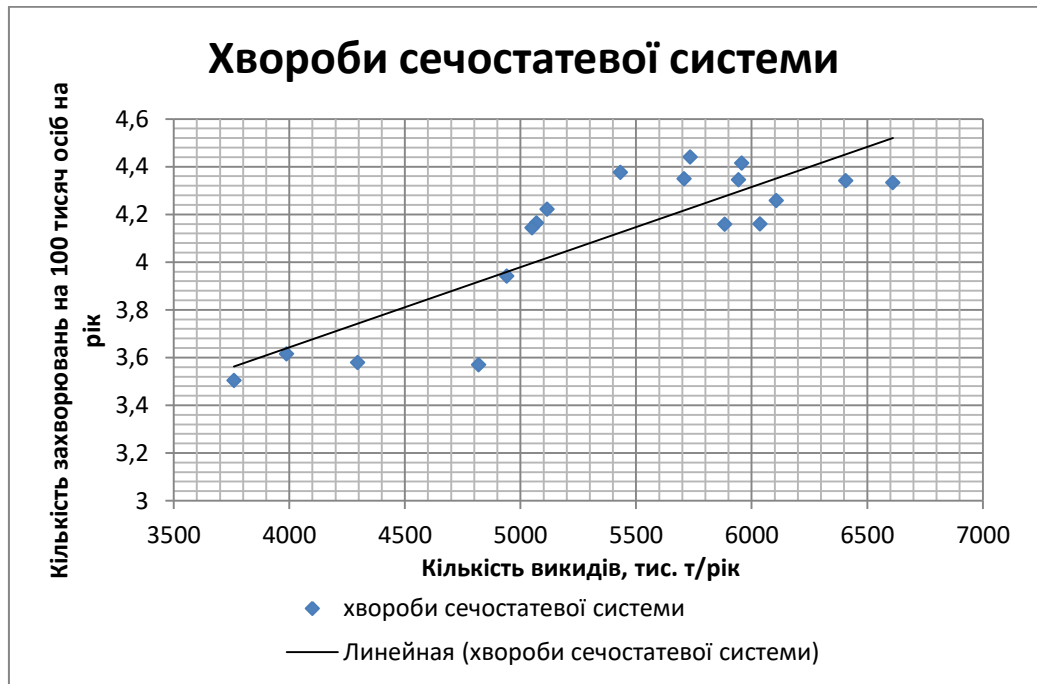


Рис 2.9. Поле кореляції кількості викидів діоксиду сірки та випадків захворюваності на новоутворення

Розрахуємо коефіцієнт парної лінійної кореляції. Для цього спочатку розрахуємо допоміжні статистики:

$$\bar{x} = \frac{1}{M} \sum_{i=1}^M x_i = 5380,982944, \text{ тис. т /рік};$$

$$\bar{y} = \frac{1}{M} \sum_{i=1}^M y_i = 4,11, \text{ захворювань /тис. осіб};$$

$$\overline{x^2} = \frac{1}{M} \sum_{i=1}^M x_i^2 = 29576483,71, (\text{тис. т /рік})^2;$$

$$\sigma_x = \sqrt{\overline{x^2} - \bar{x}^2} = 788,357, \text{ тис. т /рік}$$

$$\sigma_y = \sqrt{\overline{y^2} - \bar{y}^2} = 0,31, \text{ захворювань /тис. осіб}$$

$$\text{cov} = \frac{1}{M} \sum_{i=1}^M (x_i - \bar{x})(y_i - \bar{y}) = 208,8824408.$$

Коефіцієнт парної лінійної кореляції $r_{xy} = \frac{\text{cov}}{\sigma_x \sigma_y} = 0,85$. Оскільки отримане значення більше 0,7, робимо висновок, що між даними спостережень існує досить сильна лінійна залежність.

Перевіримо умову: $|r_{xy}| \geq \frac{2}{\sqrt{M-3}}$.

$$0,85 \geq 0,516.$$

Умова виконується, отже дані спостережень виявляють статистичну залежність і їх можна використовувати для побудови лінійного рівняння регресії у вигляді (6.2).

Переходимо до наступного етапу.

Етап 2. Специфікація

Рівняння регресії будемо шукати у такому вигляді:

$$y = a + bx$$

Обчислимо оцінки параметрів регресії:

$$\hat{b} = \frac{\text{cov}}{\sigma_x^2} = 0,000336;$$

$$\hat{a} = \bar{y} - \hat{b}\bar{x} = 2,298.$$

Отже, рівняння регресії має такий вигляд: $y = 2,298 + 0,000336x$.

Етап 3. Верифікація

Для перевірки адекватності регресійної моделі спочатку дослідимо залишки регресії, а саме необхідно перевірити, що

- (1) математичне сподівання значень залишкового ряду близько або дорівнює нулю;
- (2) значення залишкового ряду випадкові;
- (3) значення залишкового ряду незалежні;

(4) значення залишкового ряду підпорядковані нормальному закону розподілу.

Отже, обчислимо залишки регресії. Розрахуємо їх за такою формулою:

$$\varepsilon_i = y_i - \hat{a} - \hat{b}x_i, i = 1, 2, \dots, M.$$

Результат записуємо у табл. 2.3.

Таблиця 2.3

Результати оцінки залишків регресії ε_i

i	1	2	3	4	5	6
ε_i	-0,017	0,163	0,149	0,204	0,252	0,216
i	7	8	9	10	11	12
ε_i	0,115	-0,187	-0,110	0,133	0,050	-0,092
i	13	14	15	16	17	18
ε_i	-0,167	-0,117	-0,349	-0,023	-0,163	-0,058

Математичне сподівання залишків регресії $\bar{\varepsilon} = \frac{1}{M} \sum_{i=1}^M \varepsilon_i = -7,40149E-17$.

Воно близьке до нуля, отже, можна припустити, що рівняння враховує всі суттєві фактори. Систематичної помилки немає.

Тепер розраховуємо середнє квадратичне відхилення залишків регресії:

$$S_\varepsilon = \sqrt{\frac{1}{M-1} \left[\sum_{i=1}^M \varepsilon_i^2 - \frac{1}{M} \left(\sum_{i=1}^M \varepsilon_i \right)^2 \right]} = 0,028424036.$$

За властивостями нормального розподілу, інтервал $(2S_\varepsilon; -2S_\varepsilon)$ має містити майже всі значення залишків регресії.

Для зручності проілюструємо це на графіку. У декартовій системі координат позначимо точки, де абсциса є порядковим номером вимірювання i , а ордината – величина відповідного залишку регресії ε_i (див. рис. 2.10).

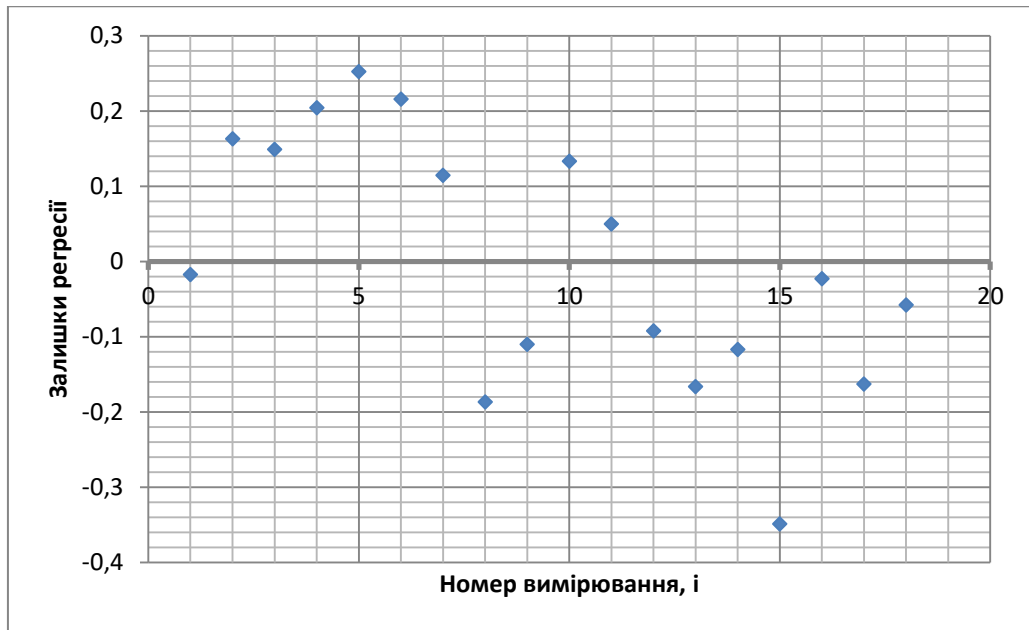


Рис. 2.10. Графік розподіл залишків регресії (пунктиром показано інтервал $(2S_{\varepsilon}; -2S_{\varepsilon})$ нормального розподілу залишків регресії)

Як бачимо, точки розташовані і зверху і знизу осі ОХ, утворюючи еліпс, вісь якого близька до цієї осі. Отже, робимо висновок, що вплив інших факторів на результати вимірювань схожий на випадковий.

Перевіримо випадковість залишків регресії, використовуючи критерій піків. Для цього обчислимо кількість поворотних точок (точка вважається поворотною, якщо вона або більше і попереднього і наступного значення, або менше їх обох). За нашими даними поворотними будуть точки 2, 3, 5, 8, 10, 14, 16, 17, отже $p = 8$. Тепер обчислимо величину $\left[\frac{2(n-2)}{3} - 2 \sqrt{\frac{(16n-29)}{90}} \right]$, враховуючи, що $n = 18$, а саме:

$$\left[\frac{2(n-2)}{3} - 2 \sqrt{\frac{(16n-29)}{90}} \right] = [8,97026525] = 8.$$

Умову $p \geq \left[\frac{2(n-2)}{3} - 2 \sqrt{\frac{(16n-29)}{90}} \right]$ виконано. Отже залишки регресії є випадковими.

Перевіримо відсутність автокореляції. Для цього скористаємось d -критерієм Дарбіна – Уотсона. Обчислимо значення критерію за формулою, а саме:

$$d = \frac{\sum_{i=2}^n (e_i - e_{i-1})^2}{\sum_{i=1}^n e_i^2} = 0,892.$$

Тепер порівняємо це значення із табличними значеннями¹: d_1 і d_2 . Для рівня значущості 0,05, кількості змінних 1 і обсягу вибірки 18, вони будуть такими: $d_1 = 1,16$, $d_2 = 1,39$. Отримане значення критерію перебуває в інтервалі від 0 до d_1 , отже можна зробити висновок, що присутня сильна автокореляція.

Оскільки досліджувані дані мають невеликий обсяг, для перевірки підпорядкованості значень залишкового ряду нормальному закону розподілу використаємо RS-критерій. Обчислимо його значення:

$$RS = \frac{\varepsilon_{max} - \varepsilon_{min}}{s} = 21,14736153.$$

Порівняємо його із табличними значеннями для даного обсягу вибірки і рівня значущості 0,05. За статистичними таблицями нижня та верхня межа значень критерію дорівнює 3,18 та 4,49 відповідно. Отже, обчислене значення перебуває всередині інтервалу, і розподіл залишків регресії можна вважати нормальним.

Таким чином, можна стверджувати, що отримане рівняння регресії враховує всі суттєві фактори. Тепер оцінимо точність отриманого рівняння регресії.

Для цього обчислимо середню відносну помилку за формулою, а саме:

$$\bar{E}_{\text{відн}} = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n \frac{|e_i|}{y_i} \cdot 100\% = 3,48 \%$$

Отже, модель є достатньо точною.

Значущість рівняння регресії можна перевірити використовуючи F-критерій Фішера. Для його обчислення в цій задачі можна використовувати формулу.

$$F = \frac{\sum(\hat{y}_i - \bar{y})^2}{\sum(y_i - \hat{y}_i)^2 / (n-2)} = 41,8423612$$

Отже, спостережуване значення критерію дорівнює 41,84. Воно перевищує табличне значення для рівня значущості $\alpha = 0,05$ і визначених

¹ Критичні значення знаходимо, використовуючи статистичні таблиці, наприклад, <https://buklib.net/books/33667/>

ступенів вільності, а саме: $F_{2;15;0,05} = 4,54$. Отже, рівняння є адекватним і його можна використовувати при моделюванні.

Висновки до розділа II

В цьому розділі було проведено аналіз на залежність захворюваності по Україні від викидів забруднюючих речовин в атмосферне повітря і побудовано регресійну модель для захворюваності на хвороби сечостатевої системи людини у зв'язку із різною кількістю викидів.

ВИСНОВКИ

Актуальні проблеми в екології повітря є причиною для створення комплексної системи для захисту інформації вибраного об'єкту кваліфікаційної роботи.

Метою даної роботи є даної кваліфікаційної роботи є розуміння важливості захисту навколишнього середовища у своєму місці проживання і, за потреби, пошук шляхів допомоги.

У першому розділі кваліфікаційної роботи наведено аналіз об'єкту дослідження та ключових проблем на ньому. Поставлені задачі дослідження та обрано концепції їх розв'язання.

Другий розділ – це спеціальна частина, метою якої є формування алгоритмів для аналізу поставленої задачі та регресійної моделі.

Практична цінність отриманих результатів полягає в тому, що спрогнозовані дані обсягів викидів допоможуть привернути увагу до проблеми екології в Україні.

Список літератури

1. Головне управління статистики у Дніпропетровській області. URL: <http://www.dneprstat.gov.ua/>
2. Цілі Сталого Розвитку: Україна. Національна доповідь 2017. Міністерство економічного розвитку і торгівлі України, 2017. – 176 с. URL: <https://cutt.ly/9wr90CBA>
3. Поняття сталого розвитку. URL: <https://cutt.ly/8wr92zbY>
4. Що таке бізнес-процеси та як їх описувати? URL: <https://business.diia.gov.ua/handbook/sistematizacia-biznes-procesiv-2/so-take-biznes-procesi-ta-ak-ih-opisuvati>
5. Про моніторинг стану повітря. URL: <https://www.ukrinform.ua/rubric-society/3227773-v-ukraini-zaprovadzuut-novu-programu-monitoringu-akosti-povitra.html>
6. Запахло смаленим: як війна впливає на стан повітря в Україні. URL: <https://kunsht.com.ua/zapaxlo-smalenim-yak-vijna-vplivaye-na-stan-povitrya-v-ukra%D1%97ni/>
7. Моніторингові станції. URL: <https://www.ukrinform.ua/rubric-society/3227773-v-ukraini-zaprovadzuut-novu-programu-monitoringu-akosti-povitra.html>
8. 80% забруднення повітря в столиці - автомобільні викиди. URL: <https://nashkiev.ua/news/80-zabrudnennya-povitrya-v-stolitsi-avtomobilni-vikidi>
9. Статистичні дані про викиди в Закарпатській області URL: <http://www.uz.ukrstat.gov.ua/statinfo/navkol/index.html>
10. Моделювання та реінжиніринг бізнес-процесів: підручн. / С.В. Козир, В.В. Слесарев, С.А. Ус, Т.В. Хом'як; М-во освіти і науки України; Нац. техн. ун-т «Дніпровська політехніка». – Дніпро: НТУ «ДП», 2021. – 167 с.
11. Тимошенко, Л. В., Ус, О. М. Еколого-економічні аспекти оцінювання та прогнозування. Забруднення атмосферного повітря у промисловому місті Економічний вісник НГУ. 2016, 1 (53), с.156 -168

12. В. В. Тарасова Вплив забруднення атмосферного повітря на стан здоров'я населення // АГРОСВІТ № 16, 2013 , с.24-28

http://www.agrosvit.info/pdf/16_2013/6.pdf

13. 5. Бекетов, В. Є., Євтухова, Г. П., & Ломакіна, О. С. (1). Аналіз та оцінка рівня забруднення атмосферного повітря м. Харків. Людина та довкілля. Проблеми неоекології, (3-4(26), 97-103.

<https://periodicals.karazin.ua/humanenviron/article/view/7759>

ДОДАТОК А. ВІДОМІСТЬ МАТЕРІАЛІВ КВАЛІФІКАЦІЙНОЇ РОБОТИ

№ з/п	Формат	Найменування	Кількість аркушів	Примітки
<i>Найменування</i>				
1	A4	Реферат	2	
2	A4	Зміст	1	
3	A4	Вступ	2	
4	A4	Розділ I	8	
5	A4	Розділ II	14	
6	A4	Висновки	1	
7	A4	Перелік використаних джерел	2	
8	A4	ДОДАТОК А	1	
9	A4	ДОДАТОК Б	1	
10	A4	ДОДАТОК В	1	
11	A4	ДОДАТОК Г	1	
12	A4	ДОДАТОК Д	2	
13	A4	ДОДАТОК Е	1	
14	A4	ДОДАТОК Ж	1	
15	A4	ДОДАТОК З	1	
16				
17				
18				

ДОДАТОК Б. ВІДГУК КЕРІВНИКА КВАЛІФІКАЦІЙНОЇ РОБОТИ

Відгук
на кваліфікаційну роботу бакалавра
студента(ки) групи 124 – ХХ – Х
спеціальності 124 Системний аналіз

Тема кваліфікаційної роботи: _____

Обсяг кваліфікаційної роботи _____ стор.

Мета кваліфікаційної роботи: _____

Актуальність теми _____

Тема кваліфікаційної роботи безпосередньо пов'язана з об'єктом діяльності бакалавра спеціальності 124 Системний аналіз, оскільки _____

Виконані в кваліфікаційній роботі завдання відповідають вимогам ступеня бакалавра.
Оригінальність наукових рішень полягає в _____

Практичне значення результатів кваліфікаційної роботи полягає в _____

Висновки підтверджують можливість використання результатів роботи в _____

Оформлення пояснювальної записки та демонстраційного матеріалу до неї виконано згідно з вимогами. Роботу виконано самостійно, відповідно до завдання та у повному обсязі (*в разі невідповідності – вказати*)

У роботі відзначено такі недоліки: _____

Кваліфікаційна робота в цілому заслуговує оцінки: _____

З урахуванням висловлених зауважень автор (не) заслуговує присвоєння освітньої кваліфікації «бакалавр з системного аналізу».

Керівник кваліфікаційної роботи бакалавра,
науковий ступінь, вчене звання, посада _____ / ППБ

	1990	1995	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009
Викиди основних забруднюючих речовин /Emissions of the main pollutants												
Діоксид сірки	2782,3	1639,1	984,8	992,1	1032,6	1046,3	988,5	1132,8	1347,2	1342,6	1320,6	1262,7
стаціонарні джерела	2782,3	1639,1	976,6	983,6	1023,9	1034,2	975,4	1119,5	1333,0	1313,1	1290,6	1235,2
пересувні джерела ¹	0	0	8,2	8,5	8,7	12,1	13,1	13,3	14,2	29,5	30,0	27,5
Оксиди азоту	760,8	530,3	440,6	452,0	435,7	477,9	471,9	523,9	515,1	641,9	642,0	562,1
стаціонарні джерела	760,8	423,8	320,0	328,1	309,4	306,0	291,7	343,7	325,8	336,6	330,9	279,2
пересувні джерела ¹	-	106,5	120,6	123,9	126,3	171,9	180,2	180,2	189,3	305,3	311,1	282,9
Неметанові леткі органічні сполуки (НМЛОС)	-	-	-	-	-	-	97,0	96,5	94,7	372,3	382,0	358,5
стаціонарні джерела	-	-	-	-	-	-	91,7	91,1	87,5	82,3	73,7	66,9
пересувні джерела ¹	-	-	-	-	-	-	5,3	5,4	7,2	290,0	308,3	291,6
Аміак	23,1	13,6	8,3	8,4	8,1	8,4	14,6	17,9	19,4	20,3	19,8	21,9
стаціонарні джерела	23,1	13,6	8,3	8,4	8,1	8,4	14,6	17,9	19,4	20,3	19,8	21,9
пересувні джерела ¹	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0,023	0,024	0,022
Оксид вуглецю	3273,7	2905,6	2776,8	2852,5	2865,1	2889,6	2991,0	2975,2	3050,5	3301,5	3176,7	2787,5
стаціонарні джерела	3273,7	1478,8	1230,6	1270,3	1256,8	1269,7	1318,8	1320,5	1357,9	1404,4	1185,2	915,5
пересувні джерела ¹	-	1426,8	1546,2	1582,2	1608,3	1619,9	1672,2	1654,7	1692,6	1897,1	1991,5	1872,0
Загальний обсяг ЗЧ (ЗЗЧ)	2018,8	1014,0	729,6	763,9	708,8	693,2	639,5	741,7	719,9	729,9	668,2	554,0
стаціонарні джерела	2018,8	1014,0	729,6	763,9	708,8	693,2	626,4	697,9	705,5	696,8	634,9	523,6
пересувні джерела ¹	-	-	-	-	-	-	13,1	43,8	14,4	33,1	33,3	30,4
ТЧ₁₀	-	-	-	-	-	-	154,7	175,7	159,3	153,3	151,3	122,9
стаціонарні джерела	-	-	-	-	-	-	154,7	175,7	159,3	153,3	151,3	122,9
пересувні джерела ¹	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0
ТЧ_{2,5}	-	-	-	-	-	-	74,7	70,2	50,4	49,3	46,4	37,7
стаціонарні джерела	-	-	-	-	-	-	74,7	70,2	50,4	49,3	46,4	37,7
пересувні джерела ¹	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0

Примітки

¹За 1990-2002рр. відображаються дані по автомобільному транспорту; з 2003р. – по автомобільному, залізничному, авіаційному, водному транспорту; з 2007р. – по автомобільному, залізничному, авіаційному, водному транспорту та виробничій техніці, з 2016р. – по автомобільному транспорту.

²Значення валового внутрішнього продукту (ВВП) за паритетом купівельної спроможності (ПКС) в постійних цінах 2017 року в Міжнародних долларах можна знайти на <http://data.worldbank.org/indicator/NY.GDP.MKTP.PP.KD>

³Дані можуть бути уточнені.

ТЧ₁₀ - Речовини у вигляді суспендованих твердих частинок більше 2,5 мкм та менше 10 мкм

ТЧ_{2,5} - Речовини у вигляді суспендованих твердих частинок 2,5 мкм та менше

Продовження таблиці

	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021
Викиди основних забруднюючих речовин /Emissions of the main pollutants												
Діоксид сірки	1235,2	1363,4	1430,3	1413,3	1160,6	854,0	1094,0	744,4	716,7	695,8	619,2	595,3
стаціонарні джерела	1206,3	1333,1	1399,2	1381,8	1133,3	830,3	1076,4	726,2	698,1	676,0	601,0	575,7
пересувні джерела ¹	28,9	30,3	31,1	31,5	27,3	23,7	17,6	18,2	18,6	19,8	18,2	19,6
Оксиди азоту	603,7	633,0	634,6	633,4	541,4	453,0	404,5	384,3	385,7	383,9	343,1	348,4
стаціонарні джерела	310,5	333,0	332,5	333,3	288,1	233,8	240,2	215,5	215,3	205,1	181,3	174,0
пересувні джерела ¹	293,2	300,0	302,1	300,1	253,3	219,2	164,3	168,8	170,4	178,8	161,8	174,4
Неметанові леткі ограничні сполуки (НМЛОС)	359,3	350,8	338,1	325,7	270,1	225,8	222,8	223,6	206,5	205,1	182,3	195,2
стаціонарні джерела	66,0	65,2	57,5	54,5	50,0	47,3	52,2	53,1	43,7	42,5	40,6	40,1
пересувні джерела ¹	293,3	285,6	280,6	271,2	220,1	178,5	170,6	170,5	162,8	162,6	141,7	155,1
Аміак	25,1	25,9	24,0	22,6	21,3	18,8	18,8	17,4	16,8	17,9	17,6	17,6
стаціонарні джерела	25,1	25,9	24,0	22,6	21,3	18,8	18,8	17,4	16,8	17,9	17,6	17,6
пересувні джерела ¹	0,022	0,021	0,020	0,019	0,014	0,011	0,009	0,008	0,007	0,006	0,007	0,008
Оксид вуглецю	2951,9	2908,2	2830,5	2782,1	2283,4	1971,9	2029,9	1986,9	1974,9	2003,6	1792,0	1869,2
стаціонарні джерела	1063,8	1066,1	1004,6	1007,2	828,4	764,1	802,8	728,4	744,3	748,4	707,3	704,3
пересувні джерела ¹	1888,1	1842,1	1825,9	1774,9	1455,0	1207,8	1227,1	1258,5	1230,6	1255,2	1084,7	1164,9
Загальний обсяг ЗЧ (ЗЗЧ)	594,5	641,0	609,6	553,8	434,1	377,4	418,8	343,3	342,2	336,8	273,5	289,5
стаціонарні джерела	562,1	606,6	573,7	516,8	401,8	349,6	395,8	319,5	317,5	310,3	248,9	262,9
пересувні джерела ¹	32,4	34,4	35,9	37,0	32,3	27,8	23	23,8	24,7	26,5	24,6	26,6
ТЧ₁₀	133,2	142,3	135,1	125,7	84,6	67,9	73,1	46,8	54,1	65,7	55,3	69,8
стаціонарні джерела	133,2	142,3	135,1	125,7	84,6	67,9	73,1	46,8	54,1	65,7	55,3	69,8
пересувні джерела ¹	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
ТЧ_{2,5}	40,7	42,3	34,5	27,1	24,0	19,7	34,1	13,5	21,2	24,6	22,3	22,4
стаціонарні джерела	40,7	42,3	34,5	27,1	24,0	19,7	34,1	13,5	21,2	24,6	22,3	22,4
пересувні джерела ¹	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

Примітки

¹За 1990-2002рр. відображаються дані по автомобільному транспорту; з 2003р. – по автомобільному, залізничному, авіаційному, водному транспорту; з 2007р. – по автомобільному, залізничному, авіаційному, водному транспорту та виробничій техніці, з 2016р. – по автомобільному транспорту.

²Значення валового внутрішнього продукту (ВВП) за паритетом купівельної спроможності (ПКС) в постійних цінах 2017 року в Міжнародних долларах можна знайти на <http://data.worldbank.org/indicator/NY.GDP.MKTP.PP.KD>

³Дані можуть бути уточнені.

ТЧ₁₀ - Речовини у вигляді суспендованих твердих частинок більше 2,5 мкм та менше 10 мкм

ТЧ_{2,5} - Речовини у вигляді суспендованих твердих частинок 2,5 мкм та менше

	Кількість уперше зареєстрованих випадків захворювань, тис. - усього	У тому числі								
		новоутворення	хвороби нервової системи ²	хвороби системи кровообігу	хвороби органів дихання	хвороби шкіри та підшкірної клітковини	хвороби кістково-м'язової системи і сполучної тканини	хвороби сечостатевої системи	уроджені аномалії (вади розвитку), деформації та хромосомні порушення	травми, отруєння та деякі інші наслідки дії зовнішніх причин
1990	32188	310	2640	1149	17021	1799	1374	1224	41	2866
1991	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
1992	33214	333	3005	1412	16226	1999	1529	1459	52	3018
1993	33833	332	3045	1412	16671	2037	1543	1519	54	2878
1994	31455	328	3024	1401	14499	2135	1439	1489	49	2704
1995	32547	327	3037	1390	15705	2144	1416	1544	47	2647
1996	30169	335	3067	1412	13221	2090	1431	1623	50	2603
1997	31158	348	3104	1497	14129	2051	1476	1711	53	2484
1998	31974	372	3331	1690	13877	2122	1600	1881	59	2465
1999	32959	382	767	1950	14485	2037	1548	1886	61	2401
2000	33471	382	748	2338	14639	1996	1571	1939	62	2339
2001	33192	394	745	2384	14213	2008	1593	2049	59	2239
2002	32233	382	748	2370	13372	1950	1598	2039	57	2244
2003	32585	395	751	2386	13835	1915	1572	2077	54	2297
2004	32573	406	755	2498	13511	1917	1609	2153	55	2245
2005	32912	408	754	2430	13894	1936	1600	2185	53	2264
2006	32240	414	764	2431	13308	1906	1597	2172	53	2289
2007	32807	407	752	2437	13946	1952	1569	2132	51	2284
2008	32467	406	753	2478	13671	1911	1567	2136	51	2263
2009	33032	407	754	2423	14528	1890	1544	2140	52	2164
2010	33080	418	750	2390	14595	1921	1532	2138	52	2217
2011	32381	423	744	2346	14148	1881	1490	2095	55	2136
2012	31162	433	724	2318	13220	1852	1445	2047	54	2140
2013	31024	440	704	2256	13293	1856	1444	2046	55	2085
2014¹	26881	363	651	1880	11839	1570	1247	1756	48	1723
2015¹	26789	366	653	1844	11862	1567	1246	1779	48	1698
2016¹	27361	369	647	1826	12582	1564	1241	1761	47	1705
2017¹	26615	366	636	1781	12037	1564	1218	1724	47	1697

ДОДАТОК Г. Захворюваність України

¹ Без урахування тимчасово окупованої території Автономної Республіки Крим, м.Севастополя та тимчасово окупованих територій у Донецькій та Луганській областях.

² Згідно з МКХ-10, починаючи з 1999 р., з класу хвороб нервової системи і органів чуття вилучені і сформовані в окремі класи хвороби ока та його придаткового апарату і хвороби вуха та соскоподібного відростка.

ДОДАТОК Д. Дані по викидах Дніпропетровської області

	Обсяги викидів забруднюючих речовин			Крім того, викиди діоксиду вуглецю		
	усього, тис.т	у тому числі		усього, млн.т	у тому числі	
		стаціонарними джерелами	пересувними джерелами		стаціонарними джерелами	пересувними джерелами
1990	2528,4	2170,1	358,3	0,0	0,0	0,0
1991	0,0	1914,0	0,0	0,0	0,0	0,0
1992	2110,2	1833,3	276,9	0,0	0,0	0,0
1993	1751,0	1547,0	204,0	0,0	0,0	0,0
1994	1338,1	1172,1	166,0	0,0	0,0	0,0
1995	1106,7	1031,2	75,5	0,0	0,0	0,0
1996	898,1	831,4	66,7	0,0	0,0	0,0
1997	914,2	855,7	58,5	0,0	0,0	0,0
1998	940,7	788,2	152,5	0,0	0,0	0,0
1999	947,4	790,6	156,8	0,0	0,0	0,0
2000	939,5	783,6	155,9	0,0	0,0	0,0
2001	1006,8	848,6	158,2	0,0	0,0	0,0
2002	1050,4	888,6	161,8	0,0	0,0	0,0
2003	1000,6	834,0	166,6	0,0	0,0	0,0
2004	1044,1	873,9	170,2	14,0	14,0	0,0
2005	1165,2	993,6	171,6	15,0	15,0	0,0
2006	1273,7	1101,1	172,6	19,1	19,1	0,0
2007	1324,8	1119,1	205,7	22,0	19,0	3,0
2008	1164,8	952,3	212,5	21,3	18,3	3,0
2009	989,4	792,1	197,3	18,3	15,5	2,8
2010	1140,5	933,1	207,4	21,8	18,8	3,0
2011	1157,9	950,4	207,5	37,0	34,0	3,0
2012	1173,1	962,0	211,1	37,7	34,6	3,1
2013	1143,9	940,5	203,3	35,6	32,6	3,0
2014	1037,1	855,8	181,3	35,7	32,9	2,8
2015	876,5	723,9	152,6	37,9	25,6	2,3
2016	965,6	833,0	132,6	31,0	31,0	0,0
2017	790,0	657,3	132,7	26,1	26,1	0,0
2018	747,3	614,3	133,0	23,6	23,6	0,0
2019	708,2	576,9	131,3	23,5	23,5	0,0
2020	688,8	534,7	154,1	20,5	20,5	0,0

ДОДАТОК Е. Викиди Закарпатської області

Викиди			
	усього	У тому числі	
		Стаціонарні джерела	Пересувні джерела ¹
1990	144,5	38,2	106,3
1991	146,8	38,3	108,5
1992	93,8	28	65,8
1993	63,2	24,4	38,8
1994	43,5	15	28,5
1995	36,7	13,2	23,5
1996	32	11,6	20,4
1997	29,7	11,7	18
1998	47,5	8,6	38,9
1999	44,7	7	37,7
2000	40,7	7,7	33
2001	41,7	7,8	33,9
2002	40,3	7,8	32,5
2003	48,2	12,5	35,7
2004	32,4	9,6	22,8
2005	65,9	26,6	39,3
2006	70,7	25,6	45,1
2007	88,2	22,9	65,3
2008	91,3	23,2	68,1
2009	87,6	21,4	66,2
2010	87,3	17,6	69,7
2011	89,4	17,2	72,2
2012	72,1	8,1	64
2013	69,1	7,7	61,4
2014	60,5	3,9	56,6
2015	54,2	4,4	49,8
2016	54,4	4,9	49,5
2017	50,3	3,2	47,1
2018	49,5	4	45,5
2019	41,8	3,7	38,1
2020	36,6	3,3	33,3
2021 ²	42,6	2,8	39,8

¹За 1990-2002 рр. відображаються дані по автомобільному транспорту; з 2003р. – по автомобільному, залізничному, авіаційному, водному транспорту; з 2007р. – по автомобільному, залізничному, авіаційному, водному транспорту та виробничій техніці; з 2016р. – по автомобільному транспорту, розраховані на основі даних про кінцеве використання палива автомобільним транспортом, наведених у енергетичному балансі України.

²Попередні дані. Дані можуть бути уточнені.

	Кількість уперше зареєстрованих випадків захворювань, тис. - усього	У тому числі								
		новоутворення	хвороби нервової системи ²	хвороби системи кровообігу	хвороби органів дихання	хвороби шкіри та підшкірної клітковини	хвороби кістково-м'язової системи і сполучної тканини	хвороби сечостатевої системи	уроджені аномалії (вади розвитку), деформації та хромосомні порушення	травми, отруєння та деякі інші наслідки дії зовнішніх причин
1995	2992,5	33,5	288,7	113,8	1496,9	211,3	143,2	141,6	3,2	234,6
1996	2594,5	30,5	276,9	124,2	1094,4	212,8	145,9	154,1	3,8	218,1
1997	2660,7	33	282,6	131,2	1176,9	208	151,4	158,4	3,7	184,2
1998	2729,8	36,9	311,3	144,1	1139,1	211,4	172,8	176,7	3,8	185,3
1999	2787,4	37,2	67,4	148	1215,2	193,2	177,3	165,2	4,4	179,5
2000	2800,2	36,3	61,7	150,4	1244,6	186,5	178,6	178,6	4,4	174,3
2001	2774,6	37	61,9	184,1	1130,1	190	185,7	207,4	4,6	167,4
2002	2731,4	36,5	60,2	179,9	1079,8	181,1	191,8	209,5	4,6	165,2
2003	2734,9	37,3	58,9	176,7	1110,5	176,9	182,6	212,9	4	168,1
2004	2709,7	37,8	56,4	178,3	1081,4	170,6	178,4	232	4,1	165,2
2005	2812	38,4	56,5	184,8	1156,1	170,5	189,1	240,7	3,9	170,2
2006	2729,7	40,9	54,4	190,6	1072,1	162,6	183	253,8	3,9	171,4
2007	2780,5	40,3	51,9	191,3	1125,2	165,9	185,6	248,6	3,8	166,1
2008	2794,7	40,7	54,2	191,9	1108,2	166,7	193,9	261,4	3,8	159,5
2009	2882,4	39,7	53,4	196,3	1180,2	171,2	201,1	262,3	4,5	145,4
2010	2888,3	42,7	51,6	185,4	1183,4	174,7	190	276,9	4,3	151,4
2011	2807,9	43	49,9	179,1	1160,2	170,8	178,3	257,2	4,2	149,4
2012	2652,9	43,2	50,1	190,6	1055,2	162,3	167,2	236,8	4,5	154,9
2013	2771,6	44,8	49,5	205	1082,9	169,1	191,9	248,6	4,7	152,2
2014	2802,2	44	51,2	202,4	1122,7	165,1	191,6	253,3	5,2	152,9
2015	2789,1	45,9	53,2	192,9	1114,4	170,8	195,6	264,2	4,7	152
2016	2899,7	44,1	54,8	199,3	1200,5	180,7	202,1	270,4	4,4	145,5
2017	2875	42,4	57,2	201,4	1157,6	200,3	201,2	264,9	3,9	143,2

	Кількість уперше зареєстрованих випадків захворювань, тис. - усього	У тому числі								
		новоутворення	хвороби нервової системи ²	хвороби системи кровообігу	хвороби органів дихання	хвороби шкіри та підшкірної клітковини	хвороби кістково-м'язової системи і сполучної тканини	хвороби сечостатевої системи	уроджені аномалії (вади розвитку), деформації та хромосомні порушення	травми, отруєння та деякі інші наслідки дії зовнішніх причин
1995	32547	327	3037	1390	15705	2144	1416	1544	47	2647
1996	30169	335	3067	1412	13221	2090	1431	1623	50	2603
1997	31158	348	3104	1497	14129	2051	1476	1711	53	2484
1998	31974	372	3331	1690	13877	2122	1600	1881	59	2465
1999	32959	382	767	1950	14485	2037	1548	1886	61	2401
2000	33471	382	748	2338	14639	1996	1571	1939	62	2339
2001	33192	394	745	2384	14213	2008	1593	2049	59	2239
2002	32233	382	748	2370	13372	1950	1598	2039	57	2244
2003	32585	395	751	2386	13835	1915	1572	2077	54	2297
2004	32573	406	755	2498	13511	1917	1609	2153	55	2245
2005	32912	408	754	2430	13894	1936	1600	2185	53	2264
2006	32240	414	764	2431	13308	1906	1597	2172	53	2289
2007	32807	407	752	2437	13946	1952	1569	2132	51	2284
2008	32467	406	753	2478	13671	1911	1567	2136	51	2263
2009	33032	407	754	2423	14528	1890	1544	2140	52	2164
2010	33080	418	750	2390	14595	1921	1532	2138	52	2217
2011	32381	423	744	2346	14148	1881	1490	2095	55	2136
2012	31162	433	724	2318	13220	1852	1445	2047	54	2140
2013	31024	440	704	2256	13293	1856	1444	2046	55	2085
2014	26881	363	651	1880	11839	1570	1247	1756	48	1723
2015	26789	366	653	1844	11862	1567	1246	1779	48	1698
2016	27361	369	647	1826	12582	1564	1241	1761	47	1705
2017	26615	366	636	1781	12037	1564	1218	1724	47	1697

ДОДАТОК 3. Захворюваність Дніпропетровської області