

Міністерство освіти і науки України  
Державний вищий навчальний заклад  
«Національний гірничий університет»



**О.П.Антонюк, І.М. Пістунов**

**ПРОГНОЗУВАННЯ ОБСЯГІВ  
ЕКОНОМІЧНОГО ВІДШКОДУВАННЯ  
НАСЛІДКІВ ТЕХНОГЕННОГО  
ЗАБРУДНЕННЯ КРИВОРІЗЬКОГО РЕГІОНУ**

**Монографія**

Дніпропетровськ  
НГУ  
2013

УДК 332.012.2: 519.2  
ББК 65.050:20.18  
А 72

*Рекомендовано до видання  
вченою радою Національного гірничого університету  
(протокол № 3 від 26.03. 2013).*

Рецензенти:

*І.М. Ляшенко*, д-р фіз.-мат. наук, проф. кафедри математичної інформатики (Київський національний університет імені Тараса Шевченка);

*Р.Р. Білоскурський*, канд. екон. наук, доц. кафедри економіко-математичного моделювання (Чернівецький національний університет імені Юрія Федьковича ).

**Антонюк О.П.**

А72 Прогнозування обсягів економічного відшкодування наслідків техногенного забруднення криворізького регіону: моногр. / О.П. Антонюк, І.М. Пістунов. – Д.: Національний гірничий університет, 2013. – 118 с.

ISBN 978 – 966 – 350 – 399 – 8

Розглянуто теоретичні та практичні аспекти щодо розрахунку обсягів економічного відшкодування наслідків техногенного забруднення криворізького регіону. Розроблено систему показників, які з високою точністю дозволяють прогнозувати вплив забруднення на захворюваність населення Кривого Рогу.

Уперше знайдено теоретичну можливість і практично реалізовано задачу розрахунку обсягів фінансового відшкодування витрат на лікування екологічно хворих, причому для кожного виду захворювання окремо.

Кожне теоретичне положення супроводжується прикладами розрахунків, що дозволяє поглибити розуміння викладеного матеріалу.

Призначено для студентів вищих навчальних закладів, аспірантів, спеціалістів, які проводять дослідження в напрямку розрахунку екологічних наслідків від техногенного забруднення та розміру втрат населення від цього.

УДК 332.012.2: 519.2  
ББК 65.050:20.18

© О.П. Антонюк, І.М. Пістунов, 2013

© Державний вищий навчальний заклад «Національний гірничий університет», 2013

ISBN 978 – 966 – 350 – 399 – 8

## ЗМІСТ

<b>ВСТУП</b> .....	4
<b>1. ТЕОРЕТИЧНІ ЗАСАДИ ЕКОНОМІЧНОГО ВІДШКОДУВАННЯ ЗБИТКІВ ВІД ТЕХНОГЕННОГО ЗАБРУДНЕННЯ НАВКОЛИШНЬОГО ПРИРОДНОГО СЕРЕДОВИЩА РЕГІОНУ</b> .....	5
1.1. Сучасні екологічні проблеми, спричинені техногенним забрудненням навколишнього природного середовища регіону .....	5
1.2. Теоретичне дослідження економічного механізму відшкодування збитків від техногенного забруднення .....	9
1.3. Аналіз наукових і практичних засад відшкодування соціального збитку, спричиненого забрудненням природного середовища .....	25
1.4. Концептуальні положення моделювання обсягу збитку та економічного відшкодування від техногенного забруднення природного середовища .....	27
<b>2. ЕКОНОМІКО-МАТЕМАТИЧНЕ МОДЕЛЮВАННЯ ОБСЯГУ СОЦІАЛЬНОГО ЗБИТКУ</b> .....	30
2.1. Формування системи показників для визначення обсягу соціального збитку та їх кількісний аналіз .....	30
2.2. Дослідження моделей визначення обсягу соціального збитку, спричиненого техногенним забрудненням регіону .....	43
2.3. Побудова економіко-математичної моделі визначення обсягу соціального збитку від техногенного забруднення .....	47
2.3.1. Лінійна регресійна модель .....	47
2.3.2. Модель з обмеженнями на параметри .....	60
2.3.3. Нелінійна модель, що враховує вплив факторів неекологічного походження .....	63
<b>3. ПРОГНОЗУВАННЯ ОБСЯГУ ЕКОНОМІЧНОГО ВІДШКОДУВАННЯ СОЦІАЛЬНОГО ЗБИТКУ ВІД ВПЛИВУ ТЕХНОГЕННОГО ЗАБРУДНЕННЯ</b> .....	76
3.1. Прогнозування обсягу соціального збитку, внаслідок забруднення природного середовища регіону.....	76
3.2. Порядок визначення обсягу економічного відшкодування соціального збитку .....	81
3.3. Комп'ютерна реалізація алгоритму визначення обсягу економічного відшкодування соціального збитку від техногенного забруднення .....	160
<b>ВИСНОВКИ</b> .....	167
<b>СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ</b> .....	170

## ВСТУП

При переході до інформаційного суспільства значна увага приділяється здоров'ю населення як складової суспільного капіталу. В умовах, коли практично неможливо усунути чи знизити до нешкідливого для життєдіяльності людини рівень забруднення природного середовища, економічне відшкодування соціального збитку зумовлює необхідність пошуку альтернативних та додаткових джерел фінансування галузі охорони здоров'я техногенно забруднених регіонів. Важливу роль при цьому відіграє адекватне та точне прогнозування обсягу економічного відшкодування. На даному етапі законодавством затверджено необхідність економічного відшкодування збитків, завданих здоров'ю людей та природному середовищу внаслідок техногенного забруднення навколишнього природного середовища.

У вітчизняній науці існують розробки в галузі відшкодування збитків від забруднення природного середовища, але питання, пов'язані з економічним механізмом відшкодування соціального збитку внаслідок техногенного забруднення природного середовища, не достатньо висвітлені. Теоретичним підґрунтям дослідження є наукові розробки та праці таких вітчизняних та іноземних вчених у галузі моделювання соціально-економічних систем та розробки інформаційних технологій, як Р.Р. Білоскурський, В.В. Богобоящий, В.І. В'юн, В.М. Геєць, Т.С. Клебанова, М.Р. Когаловський, І.М. Ляшенко, Д. Медоуз, М.М. Моїсеєв, О.І. Черняк. Загальні питання еколого-економічної теорії висвітлено у працях Т.А. Акімова, О.І. Амоші, А.В. Гирусова, Л.М. Горбача, В.І. Данилова – Данильяна, С.І. Дорогунцова, А. Ендерса, Н.Є. Сердитової, М.А. Хвесика, Є.В. Хлобистова, В.Я. Шевчука. Вплив техногенного забруднення на здоров'я людей досліджували В.П. Казначеев, І.М. Комарницький, А.Є. Лисий, В.М. Пономаренко, С.А. Риженко та багато інших вчених. Високо оцінюючи наукові досягнення у розв'язанні проблеми визначення та прогнозування обсягу економічного відшкодування збитку від впливу техногенного забруднення довкілля, треба відзначити, що розроблені теоретико-методичні підходи орієнтовані на відшкодування збитків, завданих природному середовищу. Недостатня розробленість теоретико-методичних засад визначення та прогнозування обсягу економічного відшкодування соціального збитку, завданого здоров'ю населення техногенного забрудненого регіону, зумовлює необхідність їх подальшого вивчення та вдосконалення, що визначає актуальність теми дослідження, її теоретичну та прикладну значущість.

У зв'язку з цим, в представленій роботі було розроблено теоретичні засади визначення та прогнозування обсягу соціального збитку від техногенного забруднення навколишнього природного середовища регіону та його економічного відшкодування на основі економіко-математичного моделювання та прогнозування з урахуванням апріорної інформації про вплив факторів техногенного забруднення, а також їх практичне обґрунтування на підставі статистичних досліджень за тривалий період часу.

# 1. ТЕОРЕТИЧНІ ЗАСАДИ ЕКОНОМІЧНОГО ВІДШКОДУВАННЯ ЗБИТКІВ ВІД ТЕХНОГЕННОГО ЗАБРУДНЕННЯ НАВКОЛИШНЬОГО ПРИРОДНОГО СЕРЕДОВИЩА РЕГІОНУ

## 1.1. Сучасні екологічні проблеми, спричинені техногенним забрудненням навколишнього природного середовища регіону

Криворіжжя – один із найбагатших на корисні копалини регіонів світу, який є основною сировинною базою чорної металургії в Україні. Загальні розвідані запаси залізних руд у Криворізькому залізорудному басейні складають понад 32 млрд. т, це близько 90% усіх покладів України. Найбільш високе техногенне навантаження на навколишнє середовище відмічається на територіях, де розвиваються гірничодобувна і хімічна промисловість, а саме, в південній частині міста, де рівень забруднення навколишнього природного середовища перевищує всі допустимі норми.

Екологічна ситуація у м. Кривий Ріг утворилася під впливом тривалої інтенсивної діяльності підприємств гірничодобувної, металургійної, машинобудівної, хімічної промисловості, підприємств теплоенергетики і виробництва будматеріалів. У Криворізькому басейні розташовано 8 з 11 підприємств України з видобутку та переробки залізорудної сировини. Валові викиди 13 найбільших підприємств-забруднювачів атмосферного повітря гірничо-металургійного комплексу (ВАТ «Інгулецький гірничо-збагачувальний комбінат», ВАТ «АрселорМіттал Кривий Ріг», ЗАТ «Криворізький завод гірничого обладнання», ВАТ «Суша Балка», ВАТ «Південний гірничо-збагачувальний комбінат», ВАТ «Центральний гірничо-збагачувальний комбінат», ВАТ «Північний гірничо-збагачувальний комбінат», ПАТ «ХайдельбергЦемент Україна», ДП «Криворіжтеплоцентрально», ВАТ «Криворізький залізорудний комбінат», ПАТ «Маріупольський металургійний комбінат ім. Ілліча», ГЗК «Укрмеханобр», КП «Криворіжтепломережа») становлять 99,7% загальних викидів від стаціонарних джерел викидів по місту.

За даними Криворізького відділу охорони навколишнього природного середовища викиди у повітря забруднюючих речовин у 2011 р. становили 383,6 тис. тонн. Основні підприємства-забруднювачі атмосферного повітря за 2011 рік, тис. тонн:

- ВАТ «АрселорМіттал Кривий Ріг» – 311,7;
- ВАТ «ПівдГЗК» – 46,9;
- ВАТ «ПівнГЗК» – 16,5;
- ВАТ «ЦГЗК» – 3,3;
- ВАТ «ІнГЗК» – 2,5;
- ПАТ «ХайдельбергЦемент Україна» – 2,7.

Підприємства м. Кривий Ріг, що є головними забруднювачами атмосферного повітря, наведені на рис. 1.1.

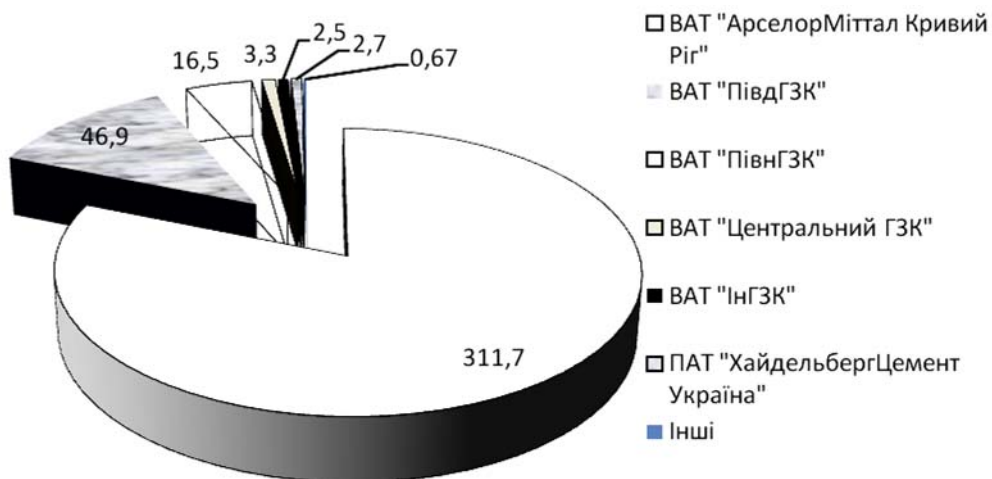


Рис. 1.1. Підприємства-забруднювачі атмосферного повітря (дані за 2011 р.)

Водний басейн міста також зазнає значного техногенного навантаження. Очистка шахтних вод – найгостріша екологічна проблема, яка сьогодні не вирішується через відсутність економічно вигідних способів очистки. Залишається актуальним питання розробки альтернативних варіантів акумуляції та відведення шахтних вод Кривбасу.

Підприємства м. Кривий Ріг також впливають на стан водних ресурсів, оскільки скидають стічні води. Протягом останніх років спостерігається тенденція до зменшення обсягів скидань:

- 2006 р. – 143,1 млн м<sup>3</sup>;
- 2007 р. – 128,4 млн м<sup>3</sup>;
- 2008 р. – 115,5 млн м<sup>3</sup>;
- 2009 р. – 91,7 млн м<sup>3</sup>.

Таким чином у поверхневі води скинуто 111,57 млн м<sup>3</sup> зворотних вод, що складає 17% загальних обсягів скидань по Україні, в тому числі: без очистки – 70,28 млн м<sup>3</sup> (63,2%), недостатньо очищених – 21,19 млн м<sup>3</sup> (19%).

Основні підприємства-забруднювачі водного басейну м. Кривий Ріг, які здійснювали скидання у водойми у 2011 р. (рис. 1.2) млн м<sup>3</sup>:

- КП «Кривбасводоканал» – 76,8;
- Металургійне виробництво та ГЗК ВАТ «АрселорМіттал Кривий Ріг» – 20,5;
- Шахтоуправління ВАТ «АрселорМіттал Кривий Ріг» – 4,3;
- ВАТ «Кривбасзалізрудком» – 3,9;
- ВАТ «ПівнГЗК» – 4,2;
- ВАТ «ХайдельбергЦемент Україна» – 1,007;
- ВАТ «Суха Балка» – 0,6;
- ЗАТ «КЗГО» – 0,17;
- ВАТ «ПівдГЗК» – 0,1.

У результаті діяльності підприємств гірничо-металургійного комплексу 2011 р. утворено 233,9 млн т відходів, з них розміщено у навколишньому природному середовищі 160,6 млн т. Основні підприємства-забруднювачі зображені на рис. 1.3.

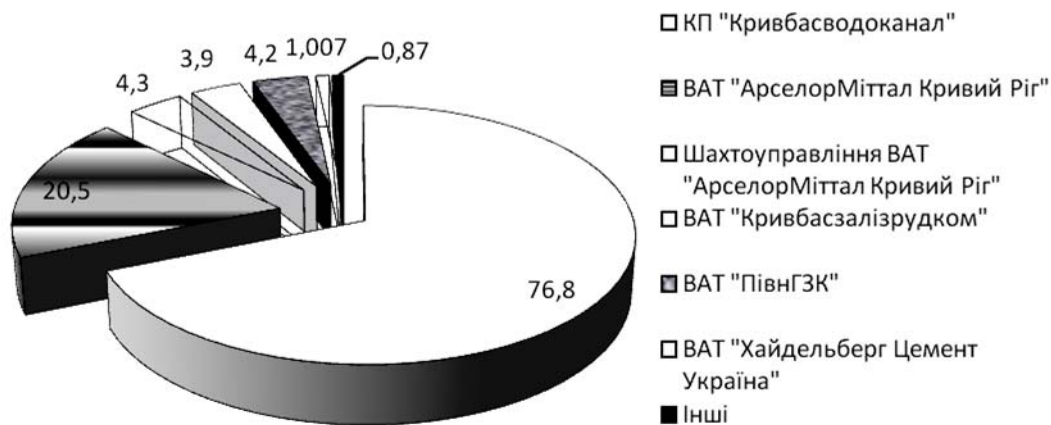


Рис. 1.2. Основні підприємства-забруднювачі водного середовища (дані за 2011 р.)

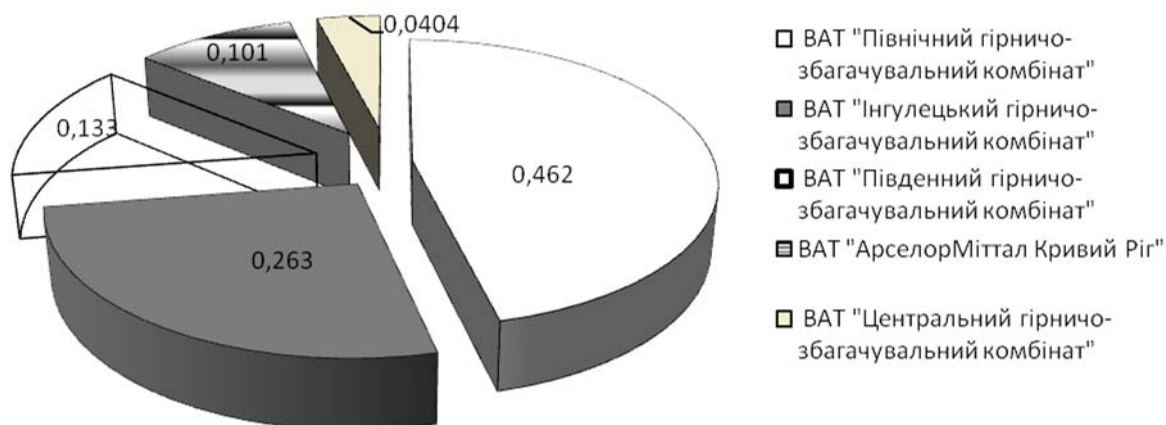


Рис. 1.3. Основні підприємства-забруднювачі навколишнього середовища щодо утворення твердих відходів (дані за 2011 р.)

Унаслідок тривалого та інтенсивного видобутку залізних руд та їх переробки у місті склалася вкрай незадовільна екологічна ситуація, яка потребує термінового покращення. Сучасна екологічна криза у Криворізькому промисловому регіоні характеризується надмірним техногенним навантаженням на навколишнє середовище, а саме:

- утворення штучних водоймищ у вигляді хвостосховищ гірничо-збагачувальних комбінатів загальною площею близько 4,6 тис. га, в яких заскладовано 1,8 млрд м<sup>3</sup> рідких відходів рудозбагачення;
- відкачування з надр на поверхню щорічно до 20 млн м<sup>3</sup> шахтної води з мінералізацією від 5 до 96 г/дм при середній мінералізації до 40 г/дм;
- скидання в міжвегетаційний період із хвостосховищ та ставка-накопичувача до річок Інгулець та Саксагань 7 – 20 млн м<sup>3</sup> високо мінералізованих шахтних і кар'єрних вод з подальшою промивкою русел водою з водосховищ в кількості 60 – 70 млн м<sup>3</sup>;
- забруднення річок Інгулець і Саксагань промисловими стічними водами, фільтраційними водами з хвостосховищ, дощовими стоками;
- накопичення шкідливих хімічних елементів на дні річок та водойм у концентраціях, що значно перевищують гранично-допустимі концентрації;

- утворення 128,4 млн м<sup>3</sup> / рік промислових і господарсько-побутових стічних вод;
- експлуатація 110 каналізаційних насосних станцій, 1200 км мереж водовідведення, 5 комплексів біологічного очищення стічних вод;
- накопичення на очисних спорудах промислових і господарсько-побутових стічних вод міста щорічно до 9 тис. т мулу, який не відповідає екологічним нормам для використання його як добрива та потребує утилізації;
- підтоплення 5 тис. га міської території та житлових масивів внаслідок регіонального підйому ґрунтових вод, створення штучних водоймищ та поривів водоводів з підняттям рівня ґрунтових вод до глибини 0,5 – 1,0 м від поверхні [5].

За оцінками експертів Всесвітньої організації охорони здоров'я [6] стан здоров'я населення на 30% визначається станом навколишнього середовища. У великих промислових мегаполісах, до яких належать Дніпропетровськ, Жовті Води, Дніпродзержинськ, Кривий Ріг та інші міста техногенного забруднених регіонів, де перевищена гранична концентрація несприятливих факторів у декілька разів, екологи оцінюють негативний вплив навколишнього середовища на стан здоров'я більш ніж на 60%.

Зважаючи на те, що реалізація права людини на сприятливе для її здоров'я і добробуту навколишнє природне середовище є головною метою сталого розвитку України, виникає необхідність комплексної оцінки стану компонентів навколишнього природного середовища. У результаті підвищиться ефективність заходів, що вживаються для попередження, мінімізації та ліквідації небезпечних екологічних наслідків антропогенного навантаження.

У Дніпропетровській області безпосереднє спостереження за станом складових докільця та отримання первинних даних на регіональному рівні здійснюють такі суб'єкти моніторингу:

1. Державне управління охорони навколишнього природного середовища в Дніпропетровській області.
2. Дніпропетровський обласний центр з гідрометеорології.
3. Державна обласна санітарно-епідеміологічна станція.
4. Санітарно-епідеміологічні станції.
5. Дніпропетровське обласне виробниче управління водного господарства.
6. Дніпродзержинське регіональне управління водних ресурсів.
7. Дніпропетровське обласне головне управління земельних ресурсів.
8. Казенне підприємство «Південукргеологія».
9. Головне управління Міністерства надзвичайних ситуацій України в Дніпропетровській області.
10. Дніпропетровський обласний державний проектно-технологічний центр охорони родючості ґрунтів і якості продукції.
11. Дніпропетровське обласне управління лісового господарства.
12. Водоканали міст обласного значення.
13. Дніпропетровська обласна державна станція захисту рослин.



## **1.2. Теоретичне дослідження економічного механізму відшкодування збитків від техногенного забруднення**

Кризова екологічна ситуація Криворізького регіону зумовлена, насамперед, історичним розвитком [8, с. 50 – 55], оскільки в радянські часи необхідність підтримання високих темпів розвитку народного господарства в змаганні зі світовою економічною системою вимагала виконання підприємствами виробничих завдань за будь-яку ціну. За відсутності внутрішніх стимулів саморозвитку в умовах директивної економіки цього можна було досягти лише за рахунок екстенсивних факторів росту. В Радянському Союзі у 1982 р. було впроваджено плату за забруднення природного навколишнього середовища, але її розмір був символічний і не відповідав розміру витрат на покриття реальних збитків. Поряд із застосуванням екологічних платежів в умовах централізованої економіки набули поширення штрафні санкції за порушення екологічного законодавства. Але вони теж були малоефективними, бо, по-перше, застосовувалися до керівників підприємств, а не до безпосередніх винуватців, по-друге, їх суми були заниженими (50 – 200 крб., тобто менше за середньомісячну заробітну платню) і легко компенсувалися за рахунок преміальних виплат [8, с. 53 – 55].

У ХХ столітті інтенсивність використання природних ресурсів та забруднення навколишнього природного середовища стала настільки великою, що вже в другій половині ХХ століття виникла потреба в стягненні платежів за використання природних ресурсів та забруднення довкілля. До цього процесу у 1991 р. приєдналася й Україна. Введення таких платежів обґрунтовано необхідністю акумулювання коштів для заміщення використаних природних ресурсів й відновлення навколишнього природного середовища. Але стан природного навколишнього середовища в Україні та світі постійно погіршується. Правове становлення вітчизняної економіки природоохоронної діяльності та природокористування здійснюється одночасно із становленням і розвитком екологічного законодавства і системи управління природоохоронною діяльністю та природокористуванням. Цей процес сьогодні ще не завершений і не досяг рівня світових та європейських вимог. Законодавством визначені структура і зміст економічного механізму охорони навколишнього середовища та раціонального природокористування, але нормативно-правова база забезпечення ефективності реалізації цих положень ще недосконала і потребує розвитку, особливо у сфері фінансового та стимулюючого механізмів. Законотворчий процес економічного відшкодування збитків, нанесених здоров'ю людей та природному середовищу від викидів та скидів забруднюючих речовин пройшов декілька етапів (стадій), а саме: у 1991 – 1992 рр. розпочався процес створення законодавчої бази, насамперед відбувся перехід від безоплатного використання та забруднення природних ресурсів до платного. Одним з перших еколого-економічних інструментів природоохоронної діяльності став механізм плати за забруднення навколишнього природного середовища, впроваджений постановою Кабінету Міністрів України від 13.01.1992 р. № 18 «Про затвердження Порядку

визначення плати і справляння платежів за забруднення навколишнього природного середовища» [9]. Враховуючи кризовий стан економіки, розмір платежів за викиди й скиди забруднюючих речовин і розміщення відходів, віднесених на витрати виробництва, не перевищував 5 % загальної суми оподаткованого доходу у звітному році. Методику визначення розмірів сплати і стягнення платежів за забруднення навколишнього природного середовища було розроблено у 1992 – 1993 рр. та затверджено Міністром охорони навколишнього природного середовища України 24.05.1993 р. [10]. Цьому передувала кропітка праця колективу авторів у складі О.Ф. Балацького, П.В. Жука, В.С. Кравціва, Б.А. Семенка, І.О. Черкаса, М.В. Яроша [11 – 12]. Завдання, для колектива розробників, було ускладнено тим, що до цього часу в Україні не стягувалася плата за забруднення навколишнього природного середовища в обсягах, достатніх для покриття екологічних збитків [12].

Сучасна політика держав у галузі охорони навколишнього середовища від забруднення будується на принципі «забруднювач платить». У цьому принципі відображена політика покладання на забруднювачів відповідальності за всі дії, що завдають шкоду навколишньому середовищу. Вперше на міжнародному рівні принцип «забруднювач платить» був обґрунтований Організацією економічного співтовариства та розвитку в 1972 р. З цього часу вказаний принцип став активно використовуватися в законодавчій практиці європейських та інших країн світу [10 – 14]. В Україні принцип «забруднювач платить» було запроваджено в 1991 р. Законом України «Про охорону навколишнього природного середовища» від 26.06.1991 р. № 1264-ХІІ [1], у якому встановлено (ст. 3), що в Україні здійснюється плата за забруднення навколишнього природного середовища. Безпосередньо механізм визначення плати і стягнення платежів за забруднення довкілля був урегульований постановою Кабінету Міністрів України «Про затвердження Порядку визначення плати і справляння платежів за забруднення навколишнього природного середовища» від 13.01.1992 р. № 18 [9] та відповідною постановою Кабінету Міністрів України «Про затвердження Порядку встановлення нормативів збору за забруднення навколишнього природного середовища і стягнення цього збору» від 01.03.1999 р. № 303 [2]. Платежі стягувалися з підприємств незалежно від форм власності і відомчої належності. Внесення плати за забруднення не звільняє підприємства від дотримання заходів з охорони навколишнього середовища, а також від сплати штрафних санкцій за екологічні правопорушення та повного відшкодування завданих природі збитків.

В 1993 – 1997 рр. недостатньо ефективно працював механізм реалізації Закону України «Про охорону навколишнього природного середовища», тому що контроль за стягненням податкових платежів було покладено на Міністерство охорони навколишнього природного середовища та ядерної безпеки України. Внаслідок економічної кризи 90-х років минулого століття було застосовано пільгове податкове навантаження на збиткові підприємства. У 1996 – 1999 рр. відбулося проведення аналітичної та нормативнотворчої роботи, спрямованої на вдосконалення порядку встановлення нормативів збору

за забруднення навколишнього природного середовища, і розгляд Кабінетом Міністрів України доцільних пропозицій щодо реалізації механізму відшкодування завданих навколишньому середовищу збитків. Враховуючи отриманий досвід в справлянні збору за забруднення навколишнього природного середовища, було затверджено нову редакцію «Порядку встановлення нормативів збору за забруднення навколишнього природного середовища і стягнення цього збору» від 01.03.1999 р. № 303 [2]. Характерною рисою цього Порядку було спрощення системи платежів, зменшення переліку ставок плати за викиди у повітря та скиди у водне середовище.

Вперше держава серйозно звернула увагу на незадовільний екологічний стан міста Кривий Ріг у 1997 р., коли на виконання розпорядження Президента України «Про еколого-економічний експеримент у містах Кривий Ріг, Дніпродзержинськ та Маріуполь» від 11.06.1997 р. № 235/97-рп [13] та Постанови Кабінету Міністрів України від «Про проведення еколого-економічного експерименту в містах Кривий Ріг, Дніпродзержинськ, Маріуполь і Запоріжжя» 28.04.1999 р. № 715 [14] було розроблено Програму виходу з екологічної кризи міста Кривого Рогу, яку затверджено Дніпропетровською обласною радою (рішення від 31.03.2000 р. № 210-10/XXIII) [5]. Умовами експерименту передбачено стовідсоткове повернення коштів, що надходять до Фондів охорони навколишнього природного середовища всіх рівнів, на виконання природоохоронних заходів. Підтримка держави у цих питаннях сприяла активізації роботи з підприємствами-забруднювачами міста щодо своєчасності та повноти надходжень збору за забруднення. Обсяги коштів, сплачених як екологічні збори, зросли з початку дії експерименту майже в 11 раз, що надзвичайно позитивно вплинуло на темпи впровадження та реалізації важливих природоохоронних заходів.

Головним висновком при визначенні підсумків проведення експерименту [14] стало те, що для вирішення соціально-економічних проблем регіону, з урахуванням позитивного досвіду проведення еколого-економічного експерименту в галузі концентрації та залучення коштів бюджетів усіх рівнів, обласній державній адміністрації необхідно проводити роботу з органами виконавчої влади щодо поширення його дії. Така злагоджена робота дозволить повернути кошти, що надходять від області до бюджету України за рахунок екологічних платежів, щоб у повному обсязі спрямувати їх на вирішення екологічних та медичних проблем.

У 2007 р. було надано субвенцію з державного обласному бюджету Дніпропетровської області на підготовку та проведення експерименту з впровадження екологічного коефіцієнта у сфері охорони здоров'я. Фахівцями інституту проблем природокористування та екології НАН України було розроблено «Методику визначення еколого-економічного коефіцієнта для визначення витрат місцевих рад на охорону здоров'я населення міст обласного підпорядкування і сільських районів Дніпропетровської області згідно екологічного навантаження» [15], але вона визначає лише розподіл виділеної суми субвенції, не враховуючи фактичних потреб на відшкодування збитку,

завданого здоров'ю населення внаслідок забруднення навколишнього природного середовища.

Систему економічного стимулювання зменшення викидів та скидів забруднюючих речовин у навколишнє середовище реформовано у 2010 р. з прийняттям нового Податкового кодексу України [4], відповідно до якого впроваджено екологічний податок, що регулює економічні відносини в галузі природокористування. Згідно з цим документом «Збір за забруднення навколишнього природного середовища» буде здійснюватися у вигляді екологічного податку, який стягується за (рис. 1.4):

- 1) викиди забруднюючих речовин в атмосферу стаціонарними джерелами забруднення;
- 2) скиди забруднюючих речовин безпосередньо у водні об'єкти;
- 3) розміщення відходів у спеціально відведених для цього місцях чи на об'єктах;
- 4) утворення радіоактивних відходів;
- 5) тимчасове зберігання радіоактивних відходів протягом понад проектного терміну.



Рис. 1.4. Види та структура екологічних платежів

Згідно Податкового кодексу України [4] змінено формули розрахунку розміру суми екологічного податку, Бюджетного кодексу – пропорції розподілу коштів податку між бюджетами різних рівнів. Відповідно до Закону України «Про внесення змін до Бюджетного кодексу України та деяких інших законодавчих актів України» [16] встановлено такий розподіл коштів екологічного податку, (крім податку, що справляється за утворення радіоактивних відходів (включаючи вже накопичені) та/або тимчасове їх

зберігання виробниками понад визначений особливими умовами ліцензії термін):

1) до спеціального фонду державного бюджету (%): 30 – у 2011 – 2012 рр.; 53 – у 2013 р., з них 33 із спрямуванням на фінансове забезпечення виключно цільових проектів екологічної модернізації підприємств у межах сум сплаченого ними екологічного податку у порядку, встановленому Кабінетом Міністрів України; з 2014 р. – 65, з них 50 із спрямуванням на фінансове забезпечення виключно цільових проектів екологічної модернізації підприємств у межах сум сплаченого ними екологічного податку у порядку, встановленому Кабінетом Міністрів України;

2) до спеціального фонду місцевих бюджетів (%): 70 – у 2011 – 2012 рр., у тому числі до сільських, селищних, міських бюджетів – 50, обласних та бюджету Автономної Республіки Крим – 20, бюджетів міст Києва та Севастополя – 70; у 2013 р. – 47, у тому числі до сільських, селищних, міських бюджетів – 33,5, обласних та бюджету Автономної Республіки Крим – 13,5, бюджетів міст Києва та Севастополя – 47; з 2014 р. – 35 [16].

За даними Криворізької державної податкової інспекції Дніпропетровської області із 70% коштів екологічних платежів, що надійшли до обласного бюджету до міського бюджету було повернуто лише 10% у 2000 – 2008 рр., 20% у 2009 р., 50% – у 2011 – 2012 рр. Це означає, що реальна частка видатків у 2011 – 2012 рр. становитиме – 35%, у 2013 – 23,45% і т.д. Таким чином, обсяг виплачених областю і м. Кривий Ріг податків буде постійно збільшуватися, а видатки на подолання екологічної кризи – зменшуватися, тому турботу про лікування екологічних хвороб населення потрібно вже сьогодні покласти на державу.

Кошти екологічних платежів, що надходять до бюджетів відповідних рівнів, складаються з таких компонентів:

- а) екологічного податку;
- б) грошових стягнень за шкоду, заподіяну порушенням законодавства про охорону навколишнього природного середовища в результаті господарської та іншої діяльності згідно з чинним законодавством;
- в) цільових та інших добровільних внесків підприємств, установ, організацій та громадян.

У системі регулювання суспільних відносин в галузі охорони довкілля екологічні платежі несуть велике різноманітне навантаження – стимулююче, координаційне, контролююче та компенсаційне.

Стимулюючий бік плати за забруднення виявляється в її впливі на економічні інтереси екологічно небезпечних підприємств шляхом збільшення або зменшення економічного тиску на них залежно від обсягів викидів (скидів) у довкілля. Стимулюючий характер плати за понадлімітні викиди (скиди) забруднюючих речовин полягає в вилученні з прибутку підприємств-забруднювачів у кратному розмірі відносно фіксованих платежів за лімітовані викиди (скиди) і робить економічно не вигідним перевищення дозволених обсягів викидів (скидів). Ця плата відіграє роль фінансової санкції і компенсаційного засобу одночасно.

Координаційний аспект плати за забруднення виявляється в тому, що за її допомогою визначається фінансова частка кожного забруднювача в забезпеченні колективних зусиль у галузі охорони природного середовища від забруднення (нормативи плати встановлюються відповідно до кожного інгредієнта забруднюючих речовин (відходів) з урахуванням їх ступеня небезпечності для навколишнього природного середовища та здоров'я населення).

Контролююча функція плати за забруднення виявляється у можливості використання її як засобу реагування на досягнення підприємствами - забруднювачами результатів щодо зменшення забруднення довкілля. Залежно від цих результатів контролюючий орган може залишити плату незмінною або підвищити її, а також частково чи повністю звільнити від плати за забруднення довкілля, якщо впроваджуються ефективні технологічні заходи відносно зменшення викидів (скидів) забруднюючих речовин у навколишнє середовище.

Компенсаційна функція – найважливіша в механізмі плати за забруднення довкілля. Відповідні платежі мають акумулюватися в цільових фондах охорони навколишнього природного середовища і забезпечувати фінансування заходів, пов'язаних з усуненням негативних наслідків забруднення на середовище перебування людини. Концентрація відповідних платежів у спеціальних державному та місцевих фондах дозволяє підвищити соціально-економічну ефективність інвестицій в охорону довкілля від забруднення [17; 18, с. 91 – 101].

Деякі автори вважають [19; 20], що плата за забруднення – це по суті вимагання грошей з підприємств, до того ж вони повинні платити двічі – за саме забруднення і за те, щоб знизити або попередити його. Отже тому видатки на охорону навколишнього середовища виявляються подвійними.

Можна вважати, що на сьогодні екологічне законодавство України пройшло шлях становлення [21], проте ще не функціонує як дієздатна система нормативно-правового забезпечення екологізації національного шляху розвитку. Проблема дієздатності, забезпечення її ефективними механізмами виконання вимог чинного законодавства є надзвичайно гострою [22, с. 27].

У механізмі плати за забруднення навколишнього середовища [20, с. 154 – 155; 23] враховано, що будь-яке забруднення так чи інакше завдає шкоду, а отже, чекати, коли вона проявиться немає чого, тому достатньо лише самого факту забруднюючого викиду (скиду) в довкілля. Така плата відіграє роль податку на забруднення, який забезпечує регулярні надходження грошових коштів до спеціальних фондів для покриття витрат, пов'язаних з ліквідацією наслідків негативної зміни навколишнього середовища.

Конституційну основу механізму реалізації права на відшкодування збитків, завданих екологічним правопорушенням, перш за все складають положення ст. 50 Конституції України [3], яка декларує відповідне право на безпечне для життя і здоров'я довкілля та на компенсування завданої порушенням цього права шкоди. Юридична можливість реалізації такого права закріплена також і на галузевому рівні в ст. 9 Закону України «Про охорону навколишнього природного середовища» [1], яка закріплює за громадянином

право на подання до суду позовів на державні органи, підприємства, установи, організації і громадян про відшкодування збитків, заподіяних їхньому здоров'ю та майну внаслідок негативного впливу на навколишнє природне середовище, та ст. 47 цього ж закону, в якій сказано, що «кошти місцевих, республіканського Автономної Республіки Крим і Державного фондів охорони навколишнього природного середовища можуть використовуватися тільки для цільового фінансування природоохоронних та ресурсозберігаючих заходів, у тому числі наукових досліджень з цих питань, ведення державного кадастру територій та об'єктів природно-заповідного фонду, а також заходів для зниження впливу забруднення навколишнього природного середовища на здоров'я населення». Отже, посилаючись на положення статей 50 та 55 Конституції України [3], кожний громадянин має право на подання до суду позовів про відшкодування збитків унаслідок негативного впливу на довкілля діяльності підприємств, установ, організацій та окремих громадян. Така шкода відповідно до ст. 69 Закону України «Про охорону навколишнього природного середовища» підлягає компенсації, як правило, в повному обсязі. Враховуються витрати на лікування і відновлення здоров'я та витрати, пов'язані зі зміною місця проживання, професії, а також неoderжані прибутки за час, необхідний для відновлення здоров'я, якості навколишнього природного середовища, відтворення природних ресурсів до стану, придатного для використання за цільовим призначенням, інші витрати та не одержані прибутки громадян, що пов'язані з погіршенням стану довкілля [24, с. 35; 25, с.18].

Ефективність екологічних прав, на думку Є.В. Віленської, Е.О. Дидоренка та Р.Г. Розовського, буде недостатньою, якщо вони не будуть спрямовані на реалізацію найважливішої мети, якою є охорона прав людини, її права на життя і здоров'я [26, с. 215 – 249].

Науковець Ю. Костюк в [27], аналізуючи надані законом можливості вжити всіх засобів юридичного захисту порушеного права на безпечне для життя і здоров'я довкілля, дійшов висновку, що існуюча система нормативно-правових актів, що регулюють відносини щодо визначення розміру та підстав відшкодування завданих екологічними правопорушеннями збитків життю, здоров'ю та майну громадян, не дає змоги чітко визначити основні законодавчі позиції відносно розрахунку розміру екологічної шкоди та встановлення порядку її компенсації. Ю. Костюк вважає, що Закон України «Про охорону навколишнього природного середовища» [1] повинен бути доповнений рядом статей, які б урегульовували питання відшкодування збитків здоров'ю і майну громадян унаслідок негативного впливу на довкілля.

Здатність України надавати фінансові кошти для реалізації стратегії керування природоохоронною діяльністю буде в значній мірі залежати насамперед від того, що може бути зроблено в рамках існуючої організаційно-правової структури фінансування природоохоронних заходів [28], оскільки її робота – важливий крок у процесі розробки необхідних економічних важелів підтримки та реалізації стратегії раціонального природокористування. Різні форми еколого-економічних інструментів є в основному варіаціями двох основних видів впливу на економічні інтереси суб'єктів господарської

діяльності: податкового, що є вилученням доходу, і дотаційного, що є прямою чи непрямою передачею доходу. Зокрема, будь-які види платежів можуть кваліфікуватися як деякі форми податку (на викиди шкідливих речовин, складування відходів, використання природних ресурсів і т. ін.), а будь-які види пільг (податкових, кредитних та ін.) – як приховані форми дотацій чи субсидій (рис. 1.5).

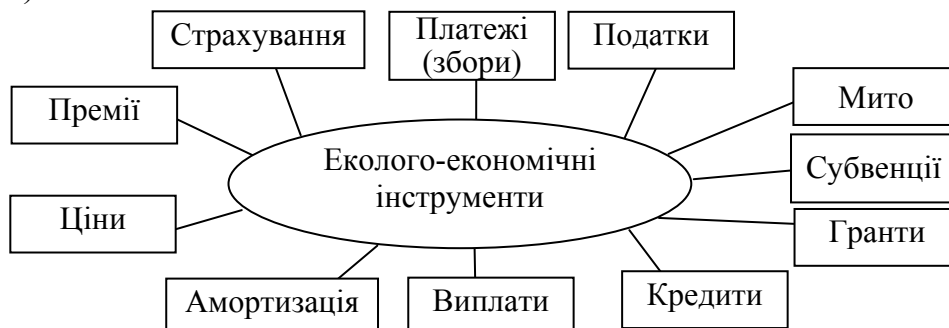


Рис. 1.5. Форми еколого-економічних інструментів

Одним з дієвих економічних компенсаторних механізмів управління процесом природокористування є платежі за забруднення природного середовища (рис. 1.6). Це грошові чи інші блага, що економічний суб'єкт сплачує за використовувані ресурси та за можливість здійснення господарської діяльності. Науковою основою для визначення розмірів такої плати служить економічна оцінка збитків, заподіяних здоров'ю населення та природному середовищу. В загальному вигляді можна виділити види платежів наведені на (рис. 1.6).

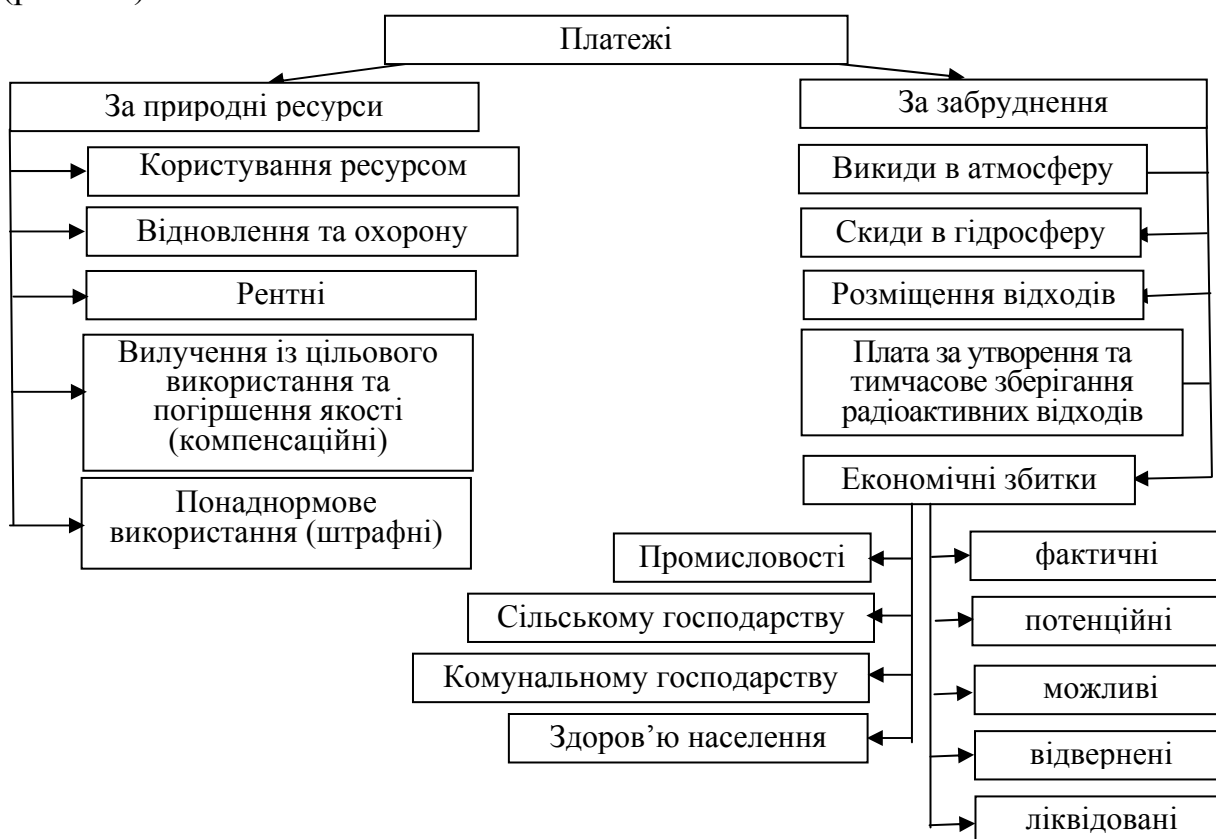


Рис. 1.6. Види та цільове призначення еколого-економічних платежів [28]



Критерієм для розрахунку платежу за забруднення є збитки від забруднення природного середовища. Ці збитки проявляються одночасно в моральному, соціальному, естетичному та економічному аспектах. Але на сьогоднішній день здебільшого оцінюються тільки економічні збитки, які завжди є лише частиною, хоч і дуже вагомою, загальних збитків. Через відсутність відповідних методик оцінка морального і соціального збитків становить певні труднощі [28].

Економічні збитки від шкідливого впливу на навколишнє середовище – це фактичні або можливі витрати народного господарства на попередження шкідливого впливу забруднення, виражені у вартісній формі, та витрати на компенсацію цих втрат.

Економічні збитки розраховують у п'яти видах:

- *фактичні*, тобто втрати або негативні зміни, що виникають від забруднення навколишнього природного середовища і можуть бути оцінені у вартісній формі за визначений період;
- *можливі*, які спостерігатимуться в перспективі через можливе забруднення навколишнього середовища;
- *відвернені*, що становлять різницю між фактичними і можливими збитками;
- *ліквідовані* – та частина збитків, на яку їх було зменшено внаслідок здійсненню природозахисних заходів;
- *потенційні* – ті, що можуть бути завдані суспільству в майбутньому через нинішнє забруднення навколишнього природного середовища. Економічні збитки від забруднення атмосфери, води, земельних ресурсів на сьогоднішній день можна розраховувати емпіричним методом. Основою розрахунків величини збитків є концентрація шкідливих речовин, маса викидів, тарифи на воду, грошові оцінки конкретної земельної ділянки.

Головна особливість податкового еколого-економічного інструментарію полягає в тому, що зібрані таким шляхом кошти, надходять на бюджетні рахунки відповідного рівня (державного чи місцевого) і використовуються на фінансування екологічних проблем та відшкодування збитків. Податки екологічної спрямованості стягуються окремо (тобто передбачені спеціальні статті) або в складі інших податків (відраховуються частки від суми загальних податків). Основні форми використання податкових інструментів в екологічних цілях [28]:

- цивільний екологічний податок, стягнутий із платоспроможних громадян країни на подолання екологічних нестатків (практикується у Франції);
- податок на вирішення глобальних, національних чи регіональних екологічних проблем; характерним прикладом подібного податку є податок на ліквідацію наслідків Чорнобильської катастрофи; у ряді країн існують місцеві податки на охорону конкретних природних об'єктів (лісів, озер, боліт);
- податок на транзит через країну вантажів (в Україні на екологічні цілі передбачена тільки частина зазначеного податку);

- екологічний податок на автомобілі (екологічна складова податку звичайно включається в загальний податок за використання автомобіля, використовується в більшості країн Європи, а також у Канаді, Японії);
- екологічний податок на повітряний транспорт, включається в загальні ставки податку за здійснення даного виду діяльності в країні (Канада, США, Данія, Норвегія, Швеція) і за переліт через територію країн (є стандартною позицією міжнародних правил);
- екологічний податок на конкретні групи товарів, у тому числі: мінеральні добрива (Норвегія, Швеція); пестициди (Данія, Франція, Угорщина, Португалія, Швейцарія та ін.); пластмасова тара, упакування (Данія, Угорщина, Ісландія, Польща); шини (Канада, Данія, Фінляндія, Угорщина, Польща); батареї-акумулятори (Данія, Швеція, Японія); розчинники (Данія); мастила (Фінляндія, Франція, Норвегія);
- екологічний податок на паливо, у тому числі залежно від наявності екологічно шкідливих компонентів: свинцю (у більшості країн); вуглецю (Данія, Фінляндія, Нідерланди, Норвегія), сірки (Бельгія, Данія, Франція, Польща, Швеція), окислів азоту (Чехія, Франція, Польща, Швеція). Акциз є одним з видів податку. Цим засобом активно користуються країни Європейського Союзу та Японія.

На думку М.Г. Грецака [29] економічний механізм діє через економічні інтереси як усвідомлені матеріальні потреби людей та складається з комплексу економічних засобів, методів, важелів, нормативів, показників, за допомогою яких реалізуються об'єктивні економічні закони. *Економічний механізм* – це сукупність економічних структур, інститутів, форм і методів господарювання, за допомогою яких реалізуються чинні в конкретних умовах економічні закони та здійснюється погодження і корегування суспільних, групових і приватних інтересів [29 – 31]. Основою для формування економічного механізму забезпечення розширеного відтворення природних ресурсів, їх охорони, регулювання раціонального використання став принцип платного, компенсаційного за змістом природокористування зі створенням системи відповідних платежів. Головним економічним інструментом є плата за природні ресурси та забруднення навколишнього середовища. Ця плата повинна бути достатньо високою, щоб змушувати підприємства впроваджувати у виробництво ресурсозберігаючі, малотав безвідходні технології, ефективні очисні споруди, пило- і газоочисні пристрої, утилізацію відходів.

У наукових працях [32 – 33] професора М.А. Хвесика описано економічний механізм державного управління водним комплексом, механізми регулювання водокористування. Але в цій роботі відсутні конкретні формули, за якими потрібно розраховувати обсяги відшкодування від забруднення водного середовища з урахуванням конкретних умов регіону.

У роботі [8] О.С. Шимової та Н.К. Соколовського досліджено економічний блок господарського механізму природокористування: проблеми економічного стимулювання, фінансування, інвестування екологічної діяльності і їх обґрунтування. Визначено методи позитивної та негативної мотивації регуляції економіки природокористування [9, с. 214]. У роботі

наведено методи оцінки збитків від забруднення навколишнього природного середовища [8, с. 257 – 269] та досвід розвитку економіки природокористування в Білорусії, який проблематично застосувати в умовах України, оскільки там інша система екологічних платежів з дещо іншими покладеними на них функціями, лімітами, системою штрафів.

За думкою Є.В. Хлобистова [34], економічними механізмами (інструментами) екологічної політики є комплекс організаційних, нормативних та правових заходів, спрямованих на оптимальну взаємодію економіки, навколишнього середовища та людини. Іншими словами, це система державного стимулювання, попередження та обмеження різноманітних видів діяльності, пов'язаної з небезпечним для людини впливом на навколишнє середовище [35, с. 745]. Фінансові механізми екологічної політики як складова частина економічних механізмів екологічної політики є комплексом організаційних та інституційних заходів, спрямованих на кредитно-фінансове забезпечення формування та реалізації екологічної політики відповідно до рівня розвитку продуктивних сил і соціальних пріоритетів щодо якості довкілля й раціонального природокористування [35, с. 744 – 752].

До складу механізму еколого-економічного регулювання входять такі інструменти: правовий, адміністративний, організаційний, фінансово-економічний, управління еколого-економічною інформацією та соціального впливу. Дослідження механізму відшкодування збитків, спричинених забрудненням природного середовища, пов'язане з розробкою методичних підходів до визначення розмірів втрат, методів оцінки збитків та спирається на такі інструменти [36]:

1. Правовий. На міжнародному рівні правові механізми формуються актами Генеральної Асамблеї ООН [37]. У кожній країні свої закони визначають поняття збитку та форми його відшкодування. На національному рівні України він спирається на такі основні закони:

а) Конституція України [3]. На попередження та ліквідацію екологічної шкоди спрямовано юридичні засоби регулювання суспільних відносин у сфері природокористування. В їх основу покладено конституційний обов'язок держави створити безпечні умови (ст. 16), обов'язок кожного громадянина не заподіювати шкоду природі, відшкодувати завдані ним збитки (ст. 66), гарантувати право на безпечне для життя та здоров'я довкілля, а також компенсувати заподіяна його порушенням збитки (ст. 50);

б) Цивільний кодекс України [38];

в) Господарський кодекс України [39];

г) Закон України «Про охорону навколишнього природного середовища» [1];

д) на регіональному та місцевому рівнях правовий механізм щодо відшкодування збитків, крім перелічених законів, формує ще й Закон України «Про місцеве самоврядування» від 21.05.97 р. № 280/97-ВР [40], відповідно до якого органи місцевого самоврядування виділяють фінансові та інші матеріальні ресурси, а за необхідністю – додаткові кошти в межах видатків, передбачених місцевими бюджетами на відповідні цілі.

2. Регуляторний механізм формується постановами Кабінету Міністрів України, а також відповідних міністерств та іншими нормативно-правовими документами. Найбільш повним документом, що відображає підходи до розрахунків розміру збитків, завданих забрудненням складових природного середовища, є Методика розрахунку розмірів відшкодування збитків, заподіяних державі внаслідок порушення законодавства про охорону та раціональне використання водних ресурсів (затверджена наказом Міністерства охорони навколишнього природного середовища та ядерної безпеки України від 20.07.2009 р. № 389) [41] та Методика розрахунку розмірів відшкодування збитків, які заподіяні державі в результаті наднормативних викидів забруднюючих речовин в атмосферне повітря (затверджена наказом Міністерства охорони навколишнього природного середовища та ядерної безпеки України від 10.12.2008 р. № 639) [42].

3. Структура заходів в організаційному механізмі визначається Законом України «Про охорону навколишнього природного середовища» [1], який встановлює правовий режим зони кризової екологічної ситуації і спрямований на попередження людських і матеріальних втрат, відвернення загрози життю і здоров'ю населення, а також усунення негативних наслідків надзвичайної екологічної ситуації.

4. Фінансово-економічний механізм ліквідації наслідків техногенного забруднення передбачає обов'язкове виділення коштів з державного та місцевих бюджетів, резервного фонду Кабінету Міністрів України чи інших джерел незаборонених законом.

5. Інформаційно-ресурсний механізм пов'язаний з керуванням базами даних небезпечних об'єктів та системами запобігання та реагування на надзвичайні ситуації.

6. Соціальний механізм базується на визначенні економічного ефекту від збереження життя людини у різних галузях народного господарства. Роботу соціального механізму в Україні сьогодні можна охарактеризувати як суперечливу та безсистемну, оскільки відсутня загальна концепція формування нормативно-правової бази держави у питаннях визначення і компенсації соціального збитку.

Всі суспільні витрати, пов'язані з необхідністю зберегти належну якість навколишнього природного середовища, можна розділити на попередні витрати, економічний збиток і витрати на ліквідацію, нейтралізацію і компенсацію вже допущених екологічних порушень – пост-витрати (рис. 1.7.).

Згідно з [31] основними реципієнтами забруднення навколишнього природного середовища вважаються: 1) населення; 2) об'єкти житлово-комунального господарства; 3) сільськогосподарські угіддя; 4) лісові ресурси; 5) елементи основних фондів промисловості й транспорту; 6) рентні ресурси; 7) рекреаційні ресурси.

Збитки, які обчислюються у вартісній формі та завдаються відновлюваним і невідновлюваним природним ресурсам, називаються економічними, обсяг компенсації для їх відшкодування обчислюється за методиками [41 – 42]. Збитки, які завдаються здоров'ю, умовам та безпечному

існуванню людей, називаються соціальними [43, с. 66], для їх відшкодування не розроблено відповідних методик, тому що не завжди можна встановити конкретного винуватця і справжній масштаб збитку. Економічні збитки завжди є нижчими порівняно з реальними (неврахована частина становить 30 – 40%). Соціальний збиток, який можна виразити в грошовій формі, називається соціально-економічним [43].

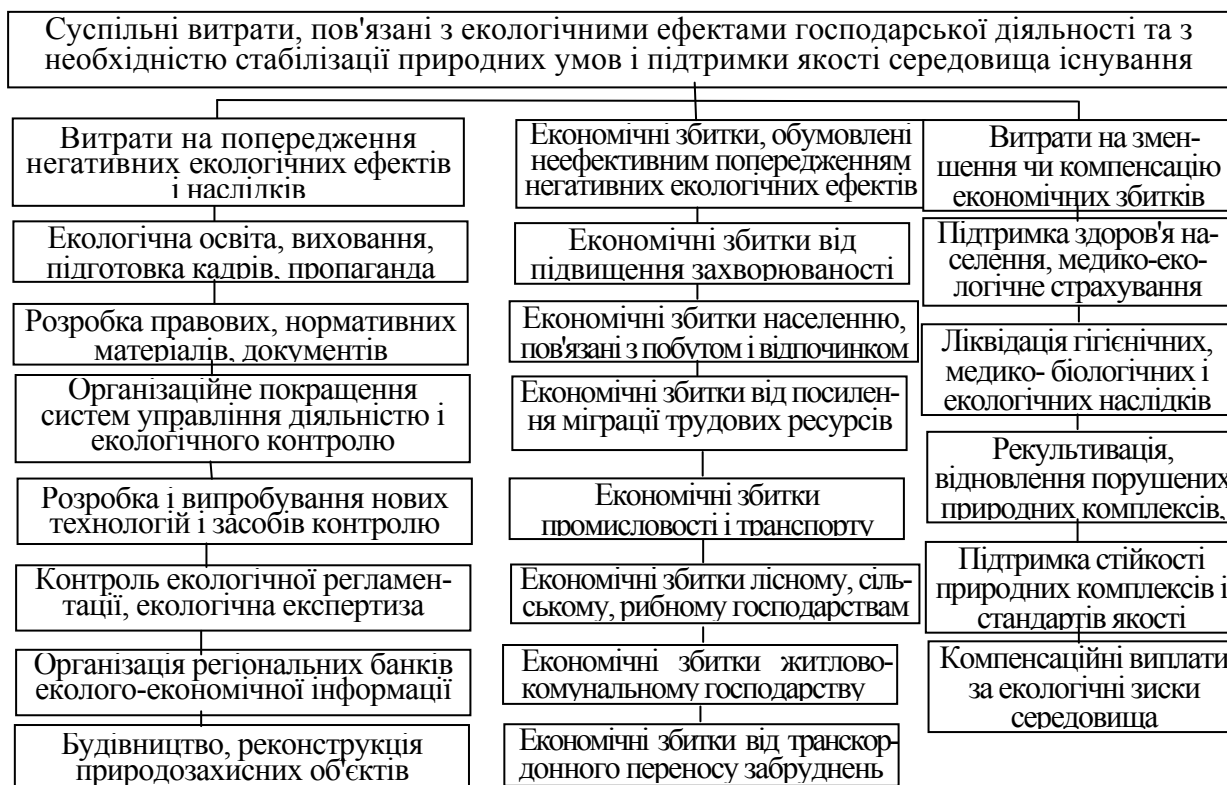


Рис. 1.7. Суспільні витрати на охорону навколишнього природного середовища

Згідно чинним законодавством [1 – 4; 38 – 39] відшкодувати збитки повинен їх безпосередній винуватець, тобто забруднювач, у гірничодобувній галузі – це підприємство. Суспільство (держава) примушує їх до цього юридично або економічно з допомогою системи стимулів і заохочень.

Російська дослідниця Н.Є. Сердитова визначає два підходи в економіці природних ресурсів доквілля в [44]. Перший, традиційний підхід, використовує моделі та методи в рамках стандартної неокласичної економічної теорії. При другому підході, відомому як еколого-економічний, замість застосування економічної концепції до доквілля екоеконіміка розглядає економічну діяльність в контексті біологічних і фізичних систем життєзабезпечення людини, тобто підкреслюється необхідність такої економічної діяльності, яка укладається у фізичні й біологічні межі екосистеми. На її думку, фундаментальною ознакою екоеконіміки є те, що діяльність людини має бути обмежена потенційною ємністю екологічної системи [44, с. 16 – 25].

Науковці Є.В. Гірусов, С.Н. Бобилев, А.Л. Новоселов, Н.В. Чепурних в [45] розглядають соціальний, економічний, юридичний і управлінський аспекти екології у сучасних умовах. Ними досліджено причини виникнення екологічної кризи і визначено принципові шляхи її подолання засобами вдосконалення

науково-технічних і економіко-управлінських рішень, наведено способи вирішення проблем економіки природокористування з застосуванням економіко-математичних моделей.

Авторами М.А. Хвесиком та О.В. Яроцькою [46 – 48] визначено рівень антропогенного впливу на водні ресурси і шляхи їх збереження. На їх думку з урахуванням зростання антропогенного навантаження на водні ресурси вплив держави на регулювання використання водно-ресурсного потенціалу має бути значно посилений і пов'язаний не з розширенням його масштабів, а зі зміною ролі, що визначається характером взаємодії держави, економіки і політики [49, с. 69 – 76; 50 – 52].

У роботі [53] провідними українським фахівцями в галузі природокористування наведено моделі для оцінки, аналізу та прогнозування процесів у соціально-економічних системах. Розглянуто причинно-наслідкові зв'язки, економічні, політичні й соціально-психологічні причини і механізми, математичні, імітаційні та інформаційні моделі динаміки процесів в економіці.

Колективом авторів С.І. Дорогунцовим, М.А. Хвесиком, Л.М. Горбачем, П.П. Пастушенком у монографії [54] акцентовано увагу на нових теоретико-методологічних підходах щодо визначення сутності економічного механізму регулювання галузі, економічних методів управління, формування систем екологічного менеджменту. Вони дійшли висновку що, проблеми формування правового поля держави в системі міжнародних економічних відносин, а також стратегічні напрямки гармонізації та розвитку екологічного законодавства України згідно зі стандартами Європейського Союзу вимагають перегляду та корегування. Науковець А.В. Яцик у своїй роботі [55] також робить висновок, що значною мірою на стан водного середовища впливають також соціальні, демографічні та економічні чинники.

Згідно з науковими поглядами Л.Г. Мельника [57, с. 77 – 108] соціально-економічна підсистема повинна стати елементом, який підлягає активному впливу з боку людини для встановлення оптимальних параметрів усієї системи, а екологічна складова повинна залишитися без змін. Протилежні погляди на зазначену ситуацію має Л.С. Грінів [58]. На його думку процес розвитку екологічно збалансованої економіки повинен відповідати таким принципам: екологічній доцільності господарських заходів, нейтральності економічного розвитку відносно природного довкілля, мінімізації втрат природного довкілля за рахунок прискорення науково-технічного прогресу і розвитку технічних інновацій, еколого-просвітницька і виховна робота серед населення [59 – 61]. Проте в цих роботах не визначені конкретні шляхи досягнення поставлених цілей. Вказані роботи мають більш теоретичну цінність, ніж практичну, бо економічний розвиток неможливий без впливу на природне довкілля, тому що економічна та екологічна складова розвитку перебувають у суперечливій взаємодії.

У праці [62] І.М. Комарницький визначає, що найважливіший фактор, що значною мірою визначає розмір компенсації соціального збитку, завданого надзвичайною ситуацією, – це рівень економічного розвитку країни, який залежить від величини створеного валового внутрішнього продукту (ВВП) на

душу населення або валового національного продукту ВВП (ВВП плюс сальдо розрахунків із закордонними країнами). На його думку, саме від величини ВВП насамперед залежать рівень, якість та тривалість життя населення, стан здоров'я, якість харчування, рівень освіти, фінансові можливості держави та суспільства щодо забезпечення соціального захисту непрацевдатних, необхідний рівень обороноздатності країни, розвиток науки, мистецтва, культури, врешті-решт, розмір компенсаційних виплат [62]. Це пояснює велику розбіжність значень цього показника для різних країн світу. Що стосується визначення збитків народному господарству – цей процес безпосередньо залежить від величини ВВП на душу населення, тобто від рівня економічного розвитку країни. Отже, між рівнем економічного розвитку держави та розміром компенсаційних виплат за втрату здоров'я чи життя є пропорційна залежність. Але використання показника ВВП при відшкодуванні збитків, спричинених забрудненням природного середовища, не є доцільним, бо він не враховує внесок природи у функціонування виробництва, який вважається визначальним.

Науковці Б.М. Данилишин та В. Міщенко [63 – 65] відзначають, що сучасний рівень платежів і зборів за користування природними ресурсами в Україні не забезпечує адекватного відображення реальних втрат суспільства та не створює достатньої фінансової бази для природоохоронної діяльності. Професор Б.М. Данилишин в [65] викладає питання теорії методичних підходів і аналізу практичного досвіду сталого розвитку, розкриває концептуальні засади запобігання та прогнозування надзвичайних ситуацій, висвітлює галузеві й організаційні проблеми природокористування та охорони навколишнього середовища [65, с. 57 – 69], що дозволило визначити теоретико-методологічні засади взаємодії економічних та екологічних чинників у формуванні політики сталого розвитку.

У дослідженні Т.В. Кожемякіної [66, с. 127 – 137] запропоновано систему еколого-економічного моніторингу, що враховує вплив промислового виробництва на довкілля. Наведено методики розрахунку виробничої складової екологічної ціни продукції та метод оцінки економічної ефективності природоохоронних заходів. У роботі оцінено збитки лише від забруднення атмосферного повітря, проте не враховано вплив від забруднення інших складових навколишнього середовища. Визначено ефективний рівень викидів забруднюючих речовин в атмосферне середовище від об'єктів, об'єднаних за територіальним принципом, але не враховано різні фінансові можливості та потужності промислових підприємств при використанні запропонованих заходів.

У роботі Ю.Г. Чередниченко [68] дана комплексна оцінка сучасного рівня водовідведення в регіонах України, але не наведено оцінки економічного та соціального збитків від «погіршення стану водних об'єктів». У результаті свого дослідження Ю.В. Давидюк [69] розробила пропозиції щодо удосконалення адміністративних, фінансово-економічних та інструментів управління еколого-економічною інформацією механізму еколого-економічного регулювання на рівні суб'єктів природокористування промислового виробництва. Але її

пропозиція вдосконалення фінансово-економічних інструментів не стосується економічного механізму відшкодування соціальної складової збитків від техногенного забруднення.

В науковій роботі О.Г. Бадрак [70, с. 18 – 21] визначенню роль фінансової складової у світових механізмах підтримки сталого розвитку та державній політиці України в сфері фінансового забезпечення національного сталого розвитку. Визначено основні напрями покращення фіскальної політики підтримки інноваційно-інвестиційного розвитку промисловості та удосконалено інструменти фінансового механізму природокористування.

Одним з найбільш дискусійних є питання про структуру екологічної шкоди. Так, на думку науковців В.Л. Мунтяна і В.В. Петрова [62, с. 210 – 211], шкода, заподіяна природним об'єктам, поділяється на дві самостійні частини. Перша – складається з вартості матеріально-грошових витрат на природоохоронні заходи для відновлення порушеного стану природи. Друга частина шкоди включає втрати в природному середовищі, що стали результатом виключення життєво важливих функцій окремих його елементів або комплексів. Як зазначає В.Л. Мунтян, ця шкода дістала назву екологічної на відміну від економічної, яка може бути виражена в грошовій оцінці. Удосконалюючи цю концепцію, Е.М. Жевлаков [62] виділяв «шкоду екологічну та шкоду антропологічну, а також економічну шкоду, що заподіюється матеріальним інтересам природокористувачів».

В наукових дослідженнях Л.П. Решетника, зокрема [71], визначено ряд важливих понять, на які спирається автор даної роботи: «збитки – це юридично значиме (що підлягає відшкодуванню) грошове відбиття обмеження майнових прав суб'єкта (шкоди)».

В роботі [71] пропонується диференціація шкоди, заподіяної порушенням екологічних прав громадян, за об'єктом посягання – на економічну (заподіяну майновим інтересам особи) та антропогенну (заподіяну здоров'ю людини); за сферою прояву – на майнову та моральну. Відповідно основними формами відшкодування збитків, заподіяних порушенням екологічних прав громадян визначається: судова, адміністративно-управлінська та страхова. Запропоновані в даній роботі заходи, належать до адміністративно-управлінської форми компенсації шкоди. Запровадження ж обов'язкового державного екологічного страхування життя і здоров'я громадян, які проживають біля особливо небезпечних об'єктів, на думку автора, не є прогресивним заходом, бо шкода здоров'ю завдається всім мешканцям екологічно забрудненого регіону, а компенсаційні виплати отримуватимуть лише застраховані особи.

Згідно з проведеним вище критичним аналізом літератури під поняттям «Економічне відшкодування соціального збитку» в подальшому розуміється грошовий еквівалент шкоди, завданої здоров'ю населення, внаслідок техногенного забруднення природного середовища.



### **1.3. Аналіз наукових і практичних засад відшкодування соціального збитку, спричиненого забрудненням природного середовища**

Згідно з чинним законодавством існують такі способи визначення розміру шкоди, заподіяної внаслідок забруднення навколишнього природного середовища: витратний (відшкодуванню підлягають витрати на усунення шкоди) та розрахунковий.

Цивільний Кодекс України [38] визначає збитки як один із способів захисту цивільних прав та інтересів. В ст. 22 Цивільного Кодексу відзначено, що особа, якій завдано збитків у результаті порушення її цивільного права, має право на їх відшкодування, при цьому збитками вважаються:

1) втрати, яких особа зазнала у зв'язку зі знищенням або пошкодженням майна, а також витрати, які особа зробила або мусить зробити для відновлення свого порушеного права (реальні збитки);

2) доходи, які особа могла б реально одержати за звичайних обставин, якби її право не було порушене.

У світовій практиці фінансові ресурси охорони здоров'я формуються за рахунок чотирьох джерел: оподаткування; системи державного соціального страхування; добровільного медичного страхування; прямих платежів населення. З точки зору пріоритетності у кожній країні певної складової у сучасній науковій літературі [72] виділено три основні системи фінансування охорони здоров'я:

1. Державна (бюджетна, моделі Семашка та Бівериджа). Характеризується пріоритетним значенням у фінансуванні охорони здоров'я коштів державного та місцевих бюджетів (50 – 90 %). Застосовується у Великобританії, Ірландії, Данії, Португалії, Італії, Іспанії, Греції.

2. Страхова (соціально-страхова, модель Бісмарка). Фінансування охорони здоров'я відбувається переважно за рахунок коштів страхових фондів, створених державою за принципами соціального страхування (обов'язковість та солідарність). Є характерною для Німеччини, Франції, Голландії, Австрії, Бельгії, Швейцарії, Японії, Канади.

3. Приватна (приватно-страхова, ринкова, платна, американська модель). В її основі лежить фінансування медичних послуг за рахунок коштів громадян та суб'єктів господарювання безпосередньо або через систему приватних страхових фондів. Функціонує у США.

Аналіз останніх досліджень [73] стосовно розрахунку соціально-економічного збитку, завданого техногенним забрудненням навколишнього природного середовища, у різних галузях народного господарства в Україні та світі, дає змогу виділити наведені далі підходи для визначення певної компенсації через оцінку втрати здоров'я чи життя людини:

1. Підхід, що ґрунтується на визначенні виплат згідно з рішенням суду [74] як компенсація за втрату життя чи здоров'я, заподіяну моральну шкоду з індивідуальним підходом до кожного потерпілого.

2. Підхід, що ґрунтується на добровільних виплатах [75]. При цьому надають добровільні виплати з метою зменшення загрози для життя і здоров'я чи суму винагороди за добровільне виконання небезпечної роботи.

3. Підхід, що ґрунтується на економічних оцінках у галузях, де використовують джерела іонізуючого випромінювання [76]. Тут визначення компенсацій у зв'язку із втратою життя чи здоров'я пов'язані із втратами валового національного продукту і з відшкодуванням фізичної та моральної шкоди.

Вищенаведені підходи ґрунтуються на суб'єктивних оцінках і не можуть бути безпосередньо використані для розрахунків відповідних компенсацій чи проведення вартісної оцінки соціального збитку.

Існують також інші підходи, що дають об'єктивнішу оцінку, оскільки в їх основі – математичний аналіз соціально-економічних показників.

4. Підхід, що ґрунтується на страхових компенсаціях [75], які визначають як величину грошової компенсації, що забезпечує родині загиблого годувальника, раніше встановлений сімейний дохід. При цьому для конкретного сімейного господарства необхідно враховувати різницю у статках сімейних господарств різного складу та соціального стану [74]. Цей підхід доцільно використовувати для визначення обсягів страхових компенсацій під час страхування життя.

У результаті проведеного аналізу найчастіше застосовуваних підходів до визначення розміру компенсацій для середньостатистичного громадянина дійшли висновку, що їх можна умовно поділити на дві групи: експертні та аналітичні [73]. Основу експертних підходів становить суб'єктивна оцінка розміру компенсацій. До цієї групи належать підходи, що ґрунтуються на визначенні судових виплат; добровільних виплатах; економічних оцінках розміру компенсацій в галузях, де використовують джерела іонізуючого випромінювання. Друга група підходів (аналітичних) базується на математичному аналізі великої кількості соціально-економічних показників. Водночас слід зауважити, що застосування різних методів аналітичної групи дуже часто дає результати, що значно відрізняються між собою. Це пояснюють різною структурою базових показників та особливостями їх формування. У розвинених зарубіжних країнах оцінки економічного збитку від забруднення середовища коливаються в межах 2 – 6 % валового національного продукту [73].

У науковій роботі Л.П. Решетника [71] обґрунтовано необхідність створення спеціальної методики для визначення відшкодування соціальної шкоди, зокрема її немайнової частини (генетичної, фізіологічної, моральної). Оскільки перевищення нормативів екологічної безпеки не викликає одразу негативних змін у здоров'ї, але реально створює загрозу таких змін, розмір компенсації повинен залежати від таких показників: розміру забруднення довкілля, продуктів харчування, предметів побуту, ступеня небезпечності забруднюючих речовин, віку особи, умов проживання (територіальних кліматичних особливостей).

Загалом українськими та зарубіжними дослідниками досить ґрунтовно описані теоретичні засади питання відшкодування збитків унаслідок впливу

забруднення навколишнього природного середовища та екологічної політики. Визначено головні принципи для побудови екологічно збалансованої економіки. Але через великий обсяг накопичених еколого-соціально-економічних проблем, що постають перед людством та змінюються щохвилини, через недостатність, а в деяких випадках і через відсутність досвіду для їх вирішення, наведені методи розв'язання та подолання, вказаних вище проблем мають більш теоретичну, ніж практичну цінність.

#### **1.4. Концептуальні положення моделювання обсягу збитку та економічного відшкодування від техногенного забруднення природного середовища**

Щорічно відслідковується тенденція до збільшення бюджетних видатків на фінансування галузі охорони здоров'я України. При цьому ефективність забезпечення населення медичною допомогою, якість та спеціалізація послуг залишаються на незадовільному рівні, а заклади охорони здоров'я, часто недоотримуючи фінансування, змушені спрямовувати більшу частину бюджетних коштів лише на фінансування фонду оплати праці (частка бюджетних видатків на оплату праці сягає 70 – 80 % загальних витрат закладів охорони здоров'я). Планування обсягу та видів медичної допомоги необхідно проводити з метою якомога повного задоволення потреб пацієнтів, які мешкають на території адміністративно-територіальних одиниць. При плануванні видатків у ході надання допомоги на різних її рівнях треба використовувати комплексний підхід. Заклади охорони здоров'я, що надають медичні послуги населенню за бюджетні кошти, визначають видатки на свою діяльність, використовуючи розрахункові грошові норми витрат і основні виробничі показники [77].

До цього часу прогнозування рівня захворюваності відбувалося з використанням методів статистичного прогнозування, що базуються на аналізі трендових моделей [78] показників моніторингу стану здоров'я населення за останні 5 – 10 років. Більшість таких підходів до реалізації прогнозування рівня захворюваності зводилася до застосування вбудованих функцій к пакети статистичного аналізу. При цьому відносно мало уваги приділялося інтелектуальному аналізу нерегламентованих змін причинно-наслідкових зв'язків, що виникають у результаті появи нових можливостей завдяки створенню більш об'ємних сховищ даних та знань для інформаційної та операційної підтримки аналізу [79 – 80].

У роботі [81] провідного українського вченого у галузі прикладної математики І.М. Ляшенка викладено засади, принципи та найпоширеніші методи математичного моделювання соціально-економічних та екологічних процесів. Зокрема, описано класичні аналітичні моделі мікро- та макроекономіки, екології та еколого-економічної взаємодії згідно з концепцією сталого розвитку, наведено їхні теоретичні обґрунтування й аналіз.

В науковій праці Л.М. Барткової [82] запропоновані економіко-математичні інтервальні моделі для прогнозування економічних збитків –

наслідків негативного впливу господарської діяльності підприємств на здоров'я населення з урахуванням змінної дії соціально-економічних та екологічних факторів. З багатьма ідеями Л.М. Барткової можна погодитись, але внаслідок багатогранності досліджуваного питання доцільно зробити наведені далі зауваження: в роботі наведено оцінку впливу господарської діяльності підприємств на здоров'я населення, будинки яких розташовані поблизу санітарно-захисних зон підприємств, з урахуванням як екологічних, так і соціально-економічних умов життєдіяльності населення, але ж шкода здоров'ю наноситься не лише тих людей, які мешкають поблизу санітарно-захисних зон підприємств, а й населенню всього міста, враховуючи маршрут просування автотранспорту. При наданні прогнозу обсягу збитків в інтервальному вигляді ці суми неможливо використати при закладенні в бюджет, оскільки необхідно однозначно розрахувати обсяг, а не інтервал значень. Ще одним важливим недоліком роботи є те, що для зменшення негативного впливу забруднення природного середовища на рівень захворюваності населення підприємству санітарно-епідеміологічною станцією міста рекомендовано провести ряд заходів соціально-економічного характеру, які б забезпечили зростання агрегованого соціально-економічного фактора. Проте не конкретизується, які саме заходи, також не наведено шляхи реалізації економічної компенсації збитків здоров'ю населення, не визначено вплив забруднення природного середовища з боку промисловості, який є найбільш вагомим у промислових містах.

Усі ці та інші проблеми економіки України зумовлюють необхідність розробки, обґрунтування та практичного застосування ефективних методів їх розв'язання як в короткостроковій, так і в довгостроковій перспективі. Крім того, для прийняття адекватних управлінських рішень необхідно не лише володіти інформацією щодо ситуації за минулий період, а й мати уявлення про можливі тенденції її зміни в майбутньому. Для економічного обґрунтування доцільності визначення обсягу відшкодування надзвичайно важливо користуватися не лише фактичними, а й розрахунковими даними про реальний і в передбачуваному наступному звітному періоді економічний збиток від економічних витрат на медичне обслуговування населення.

Виходячи з актуальності наведеної вище проблеми, виникає необхідність моделювання обсягів соціального збитку та економічного відшкодування цього збитку. Етапи формування концептуальних положень визначення обсягу економічного відшкодування соціального збитку від впливу техногенного забруднення природного середовища розроблено на підставі економіко-математичної моделі, яка включає вдосконалення методів прогнозування з урахуванням апріорної інформації про вплив факторів техногенного забруднення та нелінійного моделювання складової, що втілює вплив факторів неекологічного походження (рис. 1.8):



Рис. 1.8. Етапи формування концептуальних положень прогнозування обсягу економічного відшкодування соціального збитку від впливу техногенного забруднення

## 2. ЕКОНОМІКО-МАТЕМАТИЧНЕ МОДЕЛЮВАННЯ ОБСЯГУ СОЦІАЛЬНОГО ЗБИТКУ

### 2.1. Формування системи показників для визначення обсягу соціального збитку та їх кількісний аналіз

Важливою задачею методології прогнозування є виявлення чинників, які детермінують майбутнє. Науковець Л.І. Соколов у праці [92] підкреслює, що вода – визначальний фактор стану навколишнього природного середовища, соціальної сфери та економіки. Він упевнений, що існує гостра необхідність моделювання екологічних процесів, пов'язаних, насамперед, з моделлю сталого розвитку суспільства в довгостроковій перспективі. Оскільки це забезпечує збалансоване вирішення завдань соціально-економічного розвитку і збереження сприятливого стану навколишнього середовища та природно-ресурсного потенціалу з метою задоволення життєвих потреб нинішнього і майбутнього поколінь.

У роботі [93, с. 16] М.В. Чертопруд акцентує увагу на важливості дослідження стану водних об'єктів, які відіграють важливу роль у житті людини. На рис. 2.1 [94 – 95] показано взаємозв'язок забруднення складових навколишнього природного середовища: атмосфери, водного середовища та ґрунту. Забруднюючі речовини з атмосферного повітря та ґрунту потрапляють до водних джерел. З одного боку, забруднення водного середовища відбувається за рахунок вимивання з ґрунту забруднюючих речовин, з іншого – через засолення ґрунтів там, де рівень ґрунтових вод піднімається до рівня менше ніж 2 метри від поверхні. Опади з забруднювачами з атмосфери також забруднюють ґрунти та водні поверхні [95].

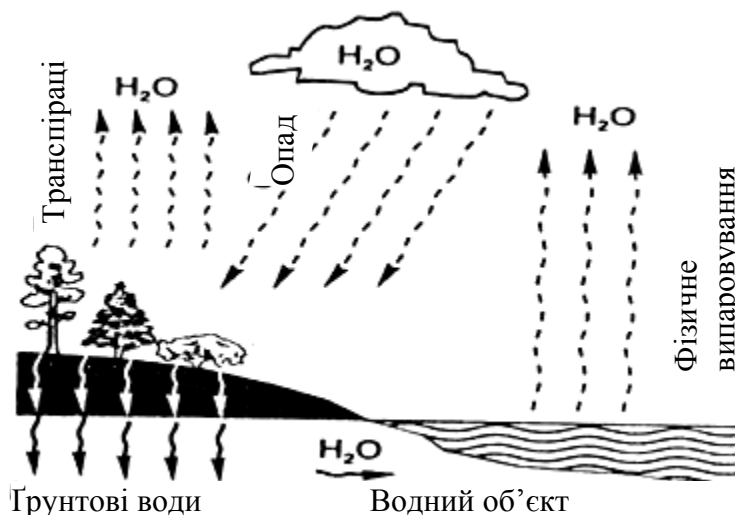


Рис. 2.1. Взаємозв'язок забруднення складових навколишнього середовища: атмосфери, водного середовища та ґрунту

Згідно з висновками фахівців ЮНЕСКО [96] найбільш очевидною ознакою забруднення навколишнього середовища у зв'язку з життєдіяльністю міст і промислових центрів є існуючий стан річкових екосистем. Ці екосистеми

піддаються серйозним впливам, пов'язаним зі скидами у водні об'єкти значних обсягів комунальних і промислових стічних вод, особливо враховуючи той факт, що ці стічні води мають різні ступені очищення після очисних споруд. Детальну схему причинно-наслідкового ланцюга, що відображає зв'язки між безпосередніми й основними причинами проблеми хімічного забруднення басейну річки подано на рис. 2.2 [96].

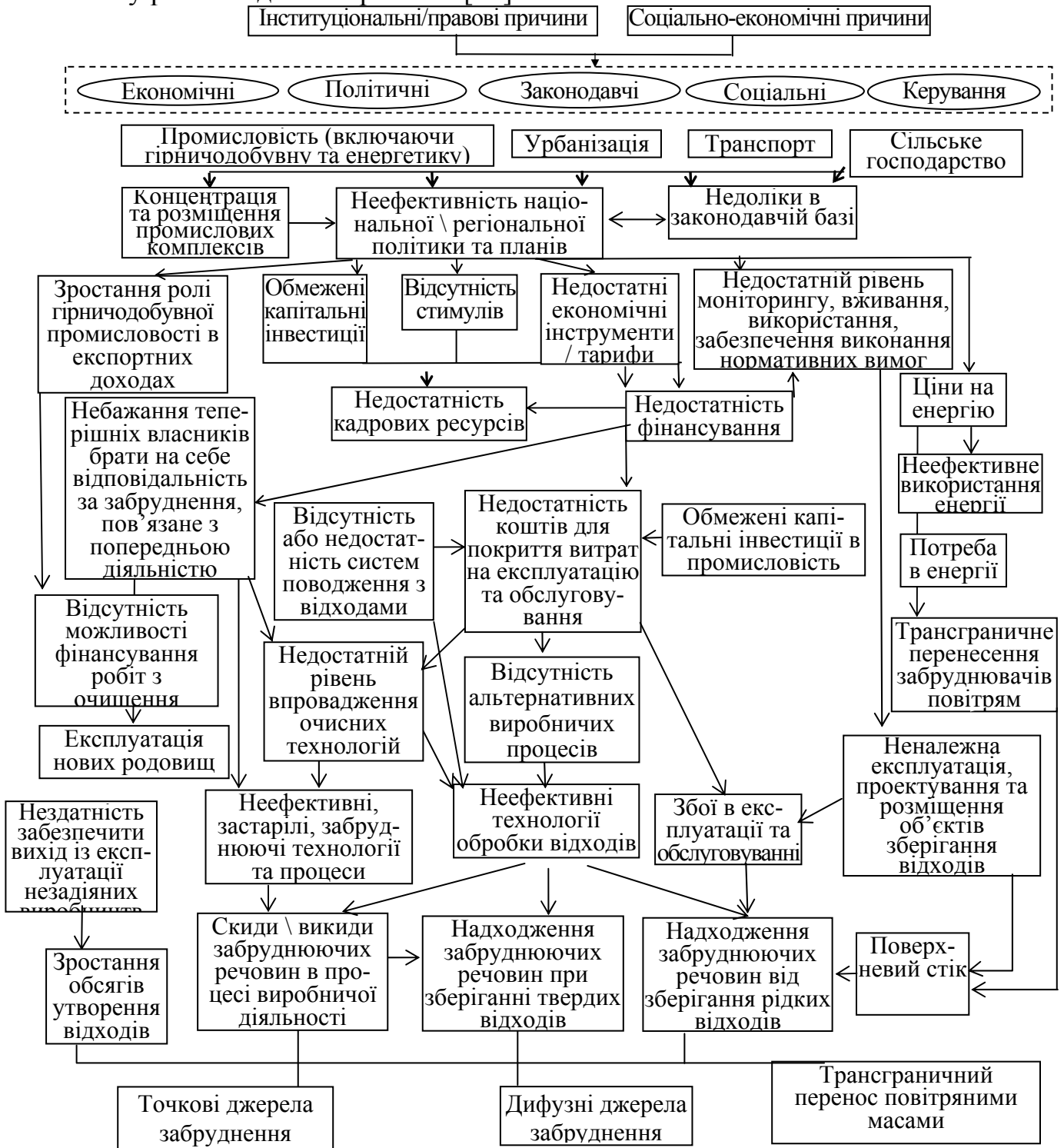


Рис. 2.2. Схема причинно-наслідкового ланцюга забруднення водного середовища [96]

Гірничодобувна промисловість характеризується багатограним впливом не тільки на геологічний субстрат, але і на всі компоненти навколишнього

середовища. Великомасштабна і довготривала діяльність з вилучення корисних копалин порушує рівновагу породних масивів і підземної гідросфери басейну Кривбасу, включаючи рівні та якісний склад підземних вод. Видобуток корисних копалин пов'язаний із здійсненням таких операцій, як складування порід і відходів збагачення, що призводить до забруднення атмосфери, ґрунтів, поверхневих і підземних вод. Створення технічних водосховищ та відкачування мінералізованих шахтних вод ведуть до кардинальних порушень природного режиму поверхневих водотоків, таким чином негативно впливають на водну систему річок Інгулець та Саксагань [97]. Проведені групою фахівців О.В. Орлинською, В.Н. Шастуном, Д.С. Пикаренею, О.А. Терешковою, Н.Н. Максимовою [97], В.Ф. Крапивиним [98] дослідження і розрахунки підтвердили, що породний відвал є не тільки фактором забруднення, а й впливає на геологічну і гідрогеологічну ситуацію прилеглих районів. Науковці В.І. Данилов – Данильян і К.С. Лосев у монографії [99] та Д.Ю. Ступін [100], а також у роботах [101 – 102] наголошують, що основні джерела надходження токсичних металів у водне середовище – пряме забруднення і стік з суходолу. Крім того, важлива роль у забрудненні гідросфери металами належить атмосферному переносу. Акцентують увагу, що поховані та складовані на полігонах тверді відходи також є постійними джерелами забруднення водних об'єктів, оскільки вода – універсальний розчинник. Нарешті, практично всі викиди забруднюючих речовин в атмосферу кінець кінцем осідають на поверхню планети у вигляді сухих і мокрих опадів, і найбільш значна частина цих речовин прямо або через перенесення стоком виявляється у водних об'єктах.

У роботі [103] за результатами досліджень моделі множинної лінійної регресії встановлено, що головним джерелом забруднення ґрунтів виступає атмосферне повітря. Визначено, що забруднення ґрунту важкими металами на території міста не є суттєвим джерелом забруднення повітряного басейну. У той же час забруднювачі ґрунту – важкі метали за рахунок водно-міграційних і транслокаційних властивостей впливають на якість підземних (ґрунтових) вод та продукти харчування рослинного походження. Наведена характеристика забруднення підземних вод важкими металами свідчить про значний вплив забруднення ґрунту на стан підземних вод. Авторами роботи [103] доведено, що гідрохімічна характеристика якості підземних та поверхневих вод є своєрідним відображенням природних умов формування їх хімічного складу та впливу техногенезу. Особливості геологічної побудови та гідрогеологічних умов, різне техногенне територіальне навантаження обумовлюють характер та рівень забруднення підземних вод на території вибраних зон спостереження. Згідно з викладеним вище дійшли висновку, що забруднення водного середовища відображає не тільки місцеві фізичні гідрогеологічні умови, а й властивості, притаманні забрудненню всіх складових природного середовища регіону.

Річка Інгулець – основна водна артерія Кривбасу і притока нижнього Дніпра – приймає сильно мінералізовані води хвостосховищ гірничо-збагачувальних комбінатів і недостатньо очищені стічні води багатьох інших підприємств, що призводить до різкого погіршення якості води. Відбуваються й



несанкціоновані аварійні скидання забруднених шахтних вод. Очисні споруди перевантажено, методи очистки та доочистки зворотних вод не відповідають екологічним нормативам скидання забруднюючих речовин у поверхневі водойми. Значно впливають на якість води забруднені донні відклади, які за певних умов є джерелом вторинного забруднення водних об'єктів важкими металами, органічними сполуками, нафтопродуктами та іншими речовинами.

За екологічною якістю поверхневі води р. Інгулець на території Дніпропетровської області до виходу з м. Кривий Ріг характеризуються як «слабкозабруднені» за винятком створу в с. Іскрівка, де якість вод дещо покращилася до рівня «досить чисті». Унаслідок скидів високо-мінералізованих вод підприємств Кривбасу ВАТ «Північний ГЗК» і ВАТ «Південний ГЗК» екологічна якість вод погіршується до категорії «забруднені». З гігієнічної точки зору води річки характеризуються показниками від «забруднених» до «надзвичайно сильнозабруднених».

За екологічною якістю поверхневі води р. Саксагань характеризуються як «помірно забруднені» у верхній течії та «забруднені» в нижній на території м. Кривий Ріг. Як джерела господарсько-питного водокористування води річки оцінювалися в 2010 р. як «сильнозабруднені» та «надзвичайно сильнозабруднені», для культурно-побутового водокористування – як «помірно забруднені» та «сильнозабруднені».

З 2000 р. відповідно до розпорядження Кабінету Міністрів України «Про дозвіл на скидання мінералізованих зворотних вод у річки Інгулець та Саксагань із хвостосховищ» від 08.12.1999 р. № 1346-р дозволено скидання зворотних, високо мінералізованих шахтних вод у річки Інгулець і Саксагань, що здійснюється згідно з Регламентом скиду надлишків зворотних вод гірничорудних підприємств Кривбасу [104], розробленим Міжгалузевою лабораторією геоecологічних проблем Криворізького басейну НАН України і Мінпромполітики України, Інститутом геохімії навколишнього середовища НАН та МНС України, Українським головним проектно-розвідувальним та науково-дослідним інститутом з меліоративного та водогосподарського будівництва (ВАТ «Укрводпроект»). Застосування зазначеного заходу, спрямоване на попередження та недопущення виникнення надзвичайних аварійних ситуацій на потенційно-небезпечних об'єктах, уможливорює безпечну експлуатацію цих об'єктів. Коли відсутній неприпустимий ризик, пов'язаний із заподіянням непередбаченої шкоди для життя і здоров'я людини, матеріальних об'єктів, навколишнього середовища – це стан захищеності населення та об'єктів довкілля від небезпеки.

Серед різноманітності видів антропогенного забруднення довкілля м. Кривий Ріг пріоритетне значення займає забруднення водного середовища регіону скиданнями забруднених стічних вод, мокрими та сухими осадами атмосфери, поверхневим стоком та вимиванням з ґрунту важких металів та їх сполук. Масоперенос атмосферних викидів, складування різних видів відходів та спуск стічних вод призвели до вираженого забруднення водного середовища та міграції цих та інших токсикантів у суміжні об'єкти довкілля. Таке

антропогенне забруднення є причиною виникнення збитків, які проявляються в економічних, соціальних та екологічних втратах.

Вплив забруднення водного середовища на умови життєдіяльності людини досліджував російський академік-медик В.П. Казначєєв. В [105 – 106] ним розглянуто закономірності взаємодії популяцій людей з навколишнім середовищем, ускладнення розвитку народонаселення у процесі цієї взаємодії, проблеми цілеспрямованого керування збереженням здоров'я населення.

Комплексним показником, що характеризує стан будь-якої людської популяції, є рівень здоров'я її представників. За сучасними уявленнями здоров'я – це природний стан організму, що характеризується його повною рівновагою з біосферою і відсутністю будь-яких хворобливих змін. Офіційне визначення здоров'я Всесвітньою організацією охорони здоров'я [107] звучить так: «здоров'я – це стан повного фізичного, духовного і соціального добробуту, а не лише відсутність захворювання або фізичних дефектів».

На сьогодні абсолютно точно доведено безпосередню залежність здоров'я населення тієї чи іншої території від якості навколишнього середовища [108 – 115]. Здоров'я віддзеркалює динамічну рівновагу між організмом і середовищем його існування. Вченими встановлено, що до факторів, які впливають на рівень здоров'я людини, належить спосіб життя, генетичний, медико-екологічні та фактори забруднення навколишнього середовища [108 – 115].

Екологозалежними називаються захворюваннями, поширення яких певною мірою залежить від стану навколишнього середовища. За характером вияву їх поділяють на випадкові та невідповідні, за ступенем залежності від якості навколишнього середовища серед невідповідних екологозалежних захворювань виділяють такі види [113]:

- індикаторна патологія, що характеризує високий ступінь залежності здоров'я від якості навколишнього середовища (профзахворювання, онкологічні захворювання, вроджена патологія, генетичні дефекти, алергії, токсикози, ендемічні захворювання тощо);

- екологічно залежна патологія, що визначає середню залежність від якості навколишнього середовища (загальна та дитяча смертність, хронічний бронхіт і пневмонія в дітей, загострення основних захворювань серцево-судинної та дихальної систем та ін.);

- помірний ступінь залежності від якості навколишнього середовища (патологія вагітності, захворювання, пов'язані з тимчасовою втратою працездатності, хронічний бронхіт і пневмонія в дорослих, основні захворювання серцево-судинної системи тощо);

- випадкова патологія, для якої властиві інші причини (травматизм, природно-вогнищеві й інші інфекційні захворювання, коли людина випадково контактує зі збудниками хвороб, внаслідок чого хворіє).

На даному етапі законодавством затверджено необхідність економічного відшкодування збитків, нанесених здоров'ю людей та природному середовищу, від викидів та скидань забруднюючих речовин у навколишнє середовище,

зокрема у водні об'єкти, але на практиці не визначено механізм та необхідні суми коштів на відшкодування цих збитків.

За даними Інформаційного бюлетеню Міжнародного центру перспективних досліджень [115] виділено наведені нижче проблеми охорони здоров'я України:

1. Недостатньо висока якість медичних послуг. Про невдоволення громадян та погіршення якості медичних послуг свідчать не лише оцінки Всесвітньої організації охорони здоров'я (ВООЗ), а й опитування громадської думки, проведені в Україні. Зокрема, 60% українців вважають, що якість послуг у системі охорони здоров'я погіршилася.

2. Недоступність медичних послуг прийнятної рівня для деяких категорій громадян. Недоступність медичних послуг в Україні великою мірою зумовила та обставина, що безоплатна, згідно із законодавством, медицина насправді частково стала платною. Так, за підрахунками ВООЗ, приблизно чверть усіх видатків на охорону здоров'я в Україні становлять неофіційні або напівофіційні внески громадян.

3. Загальна тенденція до підвищення рівня захворюваності населення.

Причини: принципи фінансування не відповідають вимогам ринкової економіки, держава фінансує медичні заклади відповідно до кількості лікарняних ліжок та штатних нормативів. Отже, кошти виділяють на підставі не тих показників, які характеризують діяльність закладу охорони здоров'я або його навантаження, а тих цифр, що свідчать про розміри закладу.

Як видно з даних, наведених у табл. 2.1 та рис. 2.3, Україна виділяє на охорону здоров'я менше ресурсів, порівняно з країнами Західної Європи, проте серед країн СНД (країн з подібним рівнем доходів на душу населення) знаходиться посередині. Отже, Україна фінансує систему охорони здоров'я відповідно до своїх реальних можливостей, причому в 2007 р. порівняно з 2000 р. відмічається позитивна динаміка збільшення видатків на охорону здоров'я.

Таблиця 2.1

Фінансування охорони здоров'я за даними ВООЗ [115]

Країна	Загальні державні витрати на охорону здоров'я, як % від загальних державних витрат		Державні витрати на охорону здоров'я на душу населення по середньому курсу обміну валют (дол. США)	
	2000	2007	2000	2007
США	17,1	19,5	2032	3317
Франція	15,5	16,6	1791	3655
Великобританія	14,3	15,6	1403	3161
Молдова	8,7	12,5	10	65
Казахстан	9,2	11,2	26	167
Росія	9,6	10,2	57	316
Білорусь	10,7	9,9	51	226
Україна	8,4	9,2	19	121
Вірменія	6	7,9	14	19
Грузія	6,4	4,2	8	35

Порівняння обсягів загальних державних витрат на охорону здоров'я у відсотках від загального обсягу державних витрат у 2000 та 2007 роках наведено на рис. 2.3.

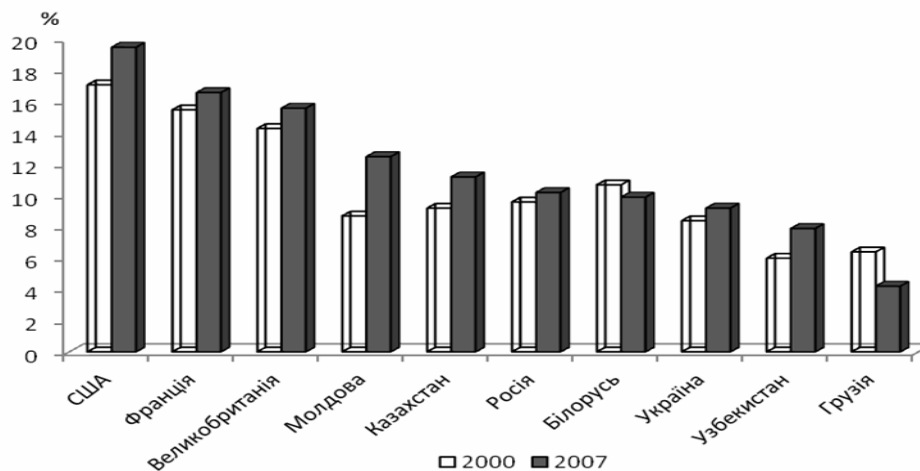


Рис. 2.3. Діаграма обсягу загальних державних витрат на охорону здоров'я у відсотках від загальних державних витрат за 2000 і 2007 роки [110]

Відомо [109 – 110], що серед причин, що визначають рівень захворюваності, вплив стану довкілля становить приблизно 30%, а якщо говорити в цілому про теперішню екологічну напруженість, маючи на увазі всю сукупність екологічних та професійно-виробничих факторів у поєднанні зі стресовими та нервово-психічними перевантаженнями, то, за даними ВООЗ, похідною від усього цього є більша частина хвороб – до 70 – 80 %. Соціальні та фактори середовища діють не ізольовано, а в поєднанні з біологічними (у тому числі й спадковими), що зумовлює залежність захворюваності людини як від впливу середовища, у якому вона перебуває, так і від генотипу та біологічних законів його розвитку [109 – 112]. З'ясування точного внеску того чи іншого фактора в етіологію захворювання нерідко є досить складним завданням, бо існує понад 200 генів, що контролюють сприйнятливність людини до захворювань, пов'язаних із впливом факторів довкілля [116].

Стан здоров'я населення індустріально розвинутих країн здебільшого визначається так званими мультифакторними хворобами, розвиток яких є результатом впливу на індивіда факторів довкілля та його генетичної схильності [116]. Враховуючи генетичну складову здоров'я, усі хвороби поділяють на три групи: спадкові, мультифакторні та хвороби, що виникають унаслідок дії факторів середовища. Що стосується мультифакторних хвороб, які формуються внаслідок взаємодії спадкових факторів і впливу факторів довкілля, то вони є причиною інвалідності майже двох третин дітей-інвалідів. Мультифакторні хвороби являють собою також основну причину смерті населення нашої держави, тобто саме вони формують рівень здоров'я населення [109 – 121]. Тому здоров'я і хворобу можна вважати похідними стану навколишнього середовища.

Вхідними параметрами регресійної моделі залежності рівня захворюваності були моноелементні концентрації забруднюючих речовин у водному середовищі Кривого Рогу у період з 2000 по 2012 рр. Для побудови лінійної регресійної моделі

було використано показники якості водного середовища ( $\text{мг/дм}^3$ ) згідно з Регламентом скиду надлишків зворотних вод гірничорудних підприємств Кривбасу у 2000 – 2012 рр. [104], наведені в додатку В, а саме: хлориди – показник концентрації хлоридів, сульфати – показник концентрації сульфатів, мінералізація – показник мінералізації, БСК<sub>5</sub> – показник безпосереднього споживання кисню за 5 діб, нітрати – показник концентрації нітратів, нітрити – показник концентрації нітритів, нафтопродукти – показник концентрації нафтопродуктів, фосфати – показник концентрації фосфатів, розчинний кисень – показник концентрації розчинного кисню, ХСК – показник хімічного споживання кисню, показник рН – показник концентрації іонів водню, узятий з оберненим знаком, завислі речовини – концентрація зважених частинок, залізо загальне – показник концентрації заліза у воді, азот амонійний – показник концентрації азоту амонійного, феноли – показник концентрації фенолів. Вибір переліку показників концентрацій забруднюючих речовин для дослідження обумовлено специфікою складу технологічних викидів у атмосферне повітря, скидань у відкриті водоймища та промислових відходів гірничорудних підприємств Кривого Рогу.

На першому етапі досліджено вхідні дані (додаток В) на наявність мультиколінеарності. Якщо між незалежними змінними існує одна або декілька лінійних залежностей, то неможливо побудувати вектор параметрів регресії економічного процесу. Іншим джерелом мультиколінеарності може бути ситуація, коли незалежні змінні варіюють у невеликих діапазонах, таке явище приводить до наближеної лінійної мультиколінеарності незалежних змінних. Для визначення величини мультиколінеарності обчислено максимальні абсолютні величини коефіцієнтів кореляції незалежних змінних, вони обчислюються як оцінки коефіцієнтів кореляції (табл. 2.2).

Значимі значення максимальних абсолютних величин коефіцієнтів кореляції незалежних змінних свідчать про наявність мультиколінеарності між моноелементними показниками вмісту забруднюючих речовин у водному середовищі (табл. 2.2), що зменшує точність оцінювання, і сприяє появу великих похибок оцінювання деяких параметрів. Оцінки параметрів регресії стають дуже чутливими до вихідних даних. Тому з метою побудови достовірної та адекватної математичної моделі необхідно зменшити кількість змінних, щоб залишилися тільки ті, між якими існує слабкий лінійний зв'язок.

Найвищі показники коефіцієнтів кореляції встановлені між вмістом загального заліза та показником мінералізації, концентраціями нітратів, розчинного кисню та показником хімічного споживання кисню (ХСК); концентрацією азоту амонійного та концентраціями нітратів, нітритів, концентрацією фенолів та показником безпосереднього споживання кисню-5 (БСК<sub>5</sub>), азоту амонійного, загального заліза. Тому при побудові подальшої математичної моделі значення концентрацій загального заліза, азоту амонійного та фенолів не будуть використані. Перерахувавши матрицю максимальних абсолютних величин коефіцієнтів кореляції незалежних змінних без впливу концентрацій загального заліза, фенолів та азоту амонійного, одержимо лінійно незалежні змінні (табл. 2.3). В табл. 2.3 наведені значення коефіцієнтів кореляції не перевищують 0,7 такий зв'язок є помірним, вони – статистично

незначущими. Для дослідження питання наявності чи відсутності мультиколінеарності визначимо ступень обумовленості матриці плану  $R=X'*X$ , де  $X$  – вхідні дані, тобто близькості її до виродженої матриці. Спосіб полягає у визначенні  $\text{cond}(R)$  – числа обумовленості матриці плану  $R$ , яке є відношенням найбільшого власного значення матриці плану  $R$  до найменшого значення:  $\text{cond}(R)=\lambda_{\max}(R)/\lambda_{\min}(R)$ . Чим більше  $\text{cond}(R)$ , тим вищий ступінь мультиколінеарності. У виродженої матриці  $\text{cond}()=\infty$ . При повній незалежності змінних  $\text{cond}(R)=1$ . Власні значення матриці визначено за допомогою програмного середовища MathCad 15, власні значення розташовані у порядку зменшення, тоді  $\text{cond}(R)=\lambda_{\max}(R)/\lambda_{\min}(R)=7,03E+3$ . Отриманий результат свідчить про наявність мультиколінеарності [122].

Таблиця 2.2

Абсолютні величини коефіцієнтів кореляції вихідних даних незалежних змінних

	Хлориди	Сульфати	Мінералізація	БСК <sub>5</sub>	Нітрати	Нітриди	Нафтопродукти	Фосфати	Розчинний кисень	ХСК	pH	Завислі речовини	Залізо загальне	Азот амонійний	Феноли
Хлориди	1														
Сульфати	0,72	1													
Мінералізація	0,83	0,84	1												
БСК <sub>5</sub>	0,42	0,32	0,42	1											
Нітрати	0,61	0,79	0,83	0,45	1										
Нітриди	0,61	0,64	0,76	0,45	0,32	1									
Нафтопродукти	0,26	0,37	0,39	0,55	0,52	0,49	1								
Фосфати	-0,25	0,08	-0,06	-0,11	-0,1	-0,30	-0,01	1							
Розчинний кисень	-0,71	-0,61	-0,45	-0,46	-0,7	-0,72	-0,30	0,26	1						
ХСК	0,70	0,78	0,09	0,30	0,75	0,70	0,47	-0,10	-0,77	1					
pH	0,01	-0,15	-0,08	-0,45	-0,22	-0,10	-0,50	-0,02	0,15	-0,11	1				
Завислі речовини	0,49	0,78	0,71	0,25	0,72	0,58	0,37	0,23	-0,50	0,68	-0,19	1			
Залізо загальне	0,27	0,28	0,75	0,18	0,74	0,60	0,21	-0,01	-0,72	0,69	-0,2	0,48	1		
Азот амонійний	0,57	0,03	0,58	0,27	0,80	0,78	0,36	0,06	-0,48	0,67	0,01	0,66	0,7	1	
Феноли	0,45	0,22	0,57	0,28	0,76	0,71	0,27	0,18	-0,53	0,63	-0,07	0,6	0,75	0,31	1

Одним з ефективних підходів боротьби з мультиколінеарністю є використання апріорної інформації – залучення з метою побудови регресійної моделі не лише вибіркового даних, але й знань про властивості об'єкта, що моделюється у результаті попередніх досліджень. На даному етапі використання апріорної інформації полягає в тому, що згідно з математичними вимогами до вхідних даних необхідно виключити мультиколінеарні вхідні

параметри. Проте на основі міркувань, наведених вище, і враховуючи, що значення показників концентрацій вмісту забруднюючих речовин водного середовища м. Кривий Ріг використовуються як маркери загального стану навколишнього природного середовища, треба залишити в моделі всі параметри: показники місту хлоридів, сульфатів, мінералізації, БСК<sub>5</sub>, нітратів, нітритів, нафтопродуктів, фосфатів, розчинного кисню, ХСК, рН, завислих речовин. Зменшувати кількість вхідних параметрів до повного виключення ефекту мультиколінеарності недоцільно, бо в результаті отримаємо іншу модель, в якій будуть відсутні змінні, вплив яких на залежну змінну бажано дослідити [122].

Таблиця 2.3

Абсолютні величини коефіцієнтів кореляції вихідних даних незалежних змінних після вилучення лінійно залежних змінних

	Хлориди	Сульфати	Мінералізація	БСК <sub>5</sub>	Нітрати	Нітрити	Нафтопродукти	Фосфати	Розчинний кисень	ХСК	рН	Завислі речовини
Хлориди	1											
Сульфати	0,72	1										
Мінералізація	0,73	0,74	1									
БСК <sub>5</sub>	0,42	0,32	0,42	1								
Нітрати	0,61	0,79	0,83	0,45	1							
Нітрити	0,61	0,64	0,76	0,45	0,32	1						
Нафтопродукти	0,26	0,37	0,39	0,55	0,52	0,49	1					
Фосфати	-0,25	0,08	-0,06	-0,11	-0,08	-0,30	-0,01	1				
Розчинний кисень	-0,71	-0,61	-0,45	-0,46	-0,70	-0,72	-0,30	0,26	1			
ХСК	0,70	0,78	0,09	0,30	0,75	0,70	0,47	-0,10	-0,77	1		
рН	0,01	-0,15	-0,08	-0,45	-0,22	-0,10	-0,50	-0,02	0,15	-0,11	1	
Завислі речовини	0,49	0,48	0,71	0,25	0,72	0,58	0,37	0,23	-0,50	0,68	-0,19	1

Для визначення впливу забруднення на здоров'я населення м. Кривий Ріг була побудована табл. 2.4 на основі показників стану здоров'я населення міста Кривий Ріг за період з 2000 р. по 2012 р. за даними Центру медичної статистики обласної лікарні ім. Мечникова [123, с. 25 – 125].

З метою визначення переліку хвороб, що найбільшою мірою залежать від вмісту забруднюючих речовин у водному середовищі розраховано коефіцієнти парної кореляції на основі даних додатку В та табл. 2.4. Результати розрахунків наведено у табл. 2.5.

Кореляційний зв'язок характеризується коефіцієнтом кореляції ( $r$ ), який набуває значення в межах від 0 до +1 та від 0 до -1. При значенні  $r$  від 0 до +1 маємо справу з прямою кореляційною залежністю, коли це значення від 0 до -1 – із зворотною. Чим ближче значення коефіцієнта кореляції наближається до 1, тим тісніший (більш щільний) зв'язок між ознаками, що досліджуються. Коли

$r=\pm 1$ , маємо справу з функціональним прямолінійним характером зв'язку. Коли  $r$  наближається до 0, то вірогідність наявності прямолінійного зв'язку між ознаками дуже мала, однак тіснота криволінійного зв'язку може бути досить високою.

Таблиця 2.4  
Показники рівня захворюваності населення м. Кривий Ріг [123].

(осіб на 10 тис. населення)

Роки	Туберкульоз усі форми	Онкозахворювання	Онкопатологія	Окремі стани, які виникли в перинатальному періоді*	Анемії	Інсульти всі форми	Гострий інфаркт міокарду	Патологія вагітності та післяпологового періоду	Бронхіт, екзема та інші хронічні загострення хвороб	Бронхіальна астма	Хвороби системи кровообігу
2000	28,14	457,00	167,90	126,77	52,62	17,42	12,3	284,90	382,99	82,80	377,0
2001	28,83	467,00	164,40	125,04	54,22	17,48	13,1	329,70	361,08	98,54	379,03
2002	29,97	471,00	143,83	127,31	55,32	16,85	13,0	373,20	391,77	97,19	381,8
2003	27,93	475,00	162,40	129,58	60,20	18,70	13,7	383,90	394,39	95,84	395,0
2004	28,10	483,60	148,10	131,85	52,10	19,40	14,0	334,90	401,01	94,49	401,2
2005	30,27	500,90	161,10	144,12	53,50	19,70	15,4	385,10	397,63	98,13	402,3
2006	33,03	539,80	156,6	146,39	49,50	20,2	17,3	391,5	418,64	91,17	470,5
2007	31,37	536,10	154,8	141,74	55,56	18,1	14,4	393,3	439,64	116,57	518,9
2008	33,67	538,50	160,1	157,81	58,10	17,9	14,6	398,80	446,65	124,64	538,1
2009	34,53	523,21	161,9	157,74	63,17	18,7	14,8	402,40	451,66	132,79	563,1
2010	34,80	525,48	161,31	158,27	64,88	18,1	14,5	407,33	458,78	128,12	570,7
2011	34,85	524,21	164,08	159,1	65,2	18,4	12,7	407,6	459,3	131,8	584,1
2012	34,55	525,70	163,57	158,28	65,33	18,7	12,8	407,75	459,3	131,9	584,2

\* на 10 000 дитячого населення до 14 років.

При наявності кореляції маємо справу не з прирощенням (збільшенням або зменшенням) функції, а із взаємно сполученою варіацією ознак. Варіації певної кількості ознак  $Y = \{y_t\}, t = \overline{1,169}$ , які відповідають значенню аргументу  $X = \{x_t\}, t = \overline{1,169}$ , відносно середнього значення характеризується показником, який має назву коваріації (*cov*) та розраховується за формулою (2.1):

$$\text{cov}(X,Y) = \frac{1}{T} \sum_{t=1}^T (x_t - \bar{X})(y_t - \bar{Y}), \quad (2.1)$$

де  $Y = \{y_t\}, t = \overline{1,169}$  – показники рівня захворюваності,  $\bar{Y}$  – середнє значення рівня захворюваності,  $X = \{x_t\}, t = \overline{1,169}$  – концентрації забруднюючої речовини,  $\bar{X}$  – середнє значення концентрації забруднюючої речовини,  $T=169$  – кількість спостережень.

Обчислене значення  $\text{cov}(X,Y)$  є ненормованою величиною, тому при кореляційному аналізі проводиться співставлення не саме цих величин, а перетворених відхилень від середніх у вигляді неіменованих значень



нормованих відхилень. Звідси за формулою (2.2) одержуємо коефіцієнт кореляції ( $r$ ):

$$r = \frac{\text{cov}(X, Y)}{\sigma_x \sigma_y} = \frac{1}{T \sigma_x \sigma_y} \sum_{t=1}^T (x_t - \bar{X})(y_t - \bar{Y}), \quad (2.2)$$

де  $\sigma_x$  – середньоквадратичне відхилення факторної ознаки,  $\sigma_y$  – середньоквадратичне відхилення результуючої ознаки,  $T=169$  – загальна кількість спостережень. Отже, одержуємо неіменоване значення коефіцієнта кореляції, яке виражене у долях від одиниці (табл. 2.5).

Таблиця 2.5

Значення парних коефіцієнтів кореляції між рівнем захворюваності та вмістом забруднюючих речовин у водному середовищі м. Кривий Ріг

Показник забруднення Вид захворювання	Хлориди	Сульфати	Мінералізація	БСК <sub>5</sub>	Нітрати	Нітриди	Нафтопродукти	Фосфати	Розчинний кисень	ХСК	pH	Завислі речовини
Туберкульоз (усі форми)	0,74	0,67	0,66	0,64	0,73	0,71	0,45	-0,29	-0,52	0,52	-0,24	0,47
Онкозахворювання	0,46	0,53	0,48	0,57	0,67	0,65	0,67	-0,23	-0,25	0,44	-0,37	0,43
Онкопатологія	0,20	-0,03	0,17	0,52	0,06	0,13	0,32	-0,16	-0,40	0,09	-0,75	-0,22
Окремі стани, які виникли в перинатальному періоді*	0,77	0,68	0,69	0,61	0,72	0,72	0,57	-0,31	-0,52	0,58	-0,18	0,47
Анемії	0,69	0,43	0,54	0,27	0,48	0,55	0,06	-0,24	-0,46	0,34	0,24	0,15
Інсульти (всі форми)	-0,03	0,37	0,14	0,23	0,29	0,19	0,49	0,65	0,04	0,23	-0,23	0,35
Гострий інфаркт міокарду	0,03	0,43	0,20	0,31	0,37	0,25	0,50	0,64	0,02	0,28	-0,66	0,37
Патологія вагітності та післяполового періоду	0,51	0,66	0,52	0,25	0,64	0,61	0,31	-0,15	-0,20	0,44	0,10	0,41
Бронхіт, екзема та інші хронічні загострення хвороб	0,68	0,58	0,60	0,52	0,72	0,75	0,56	-0,29	-0,40	0,48	-0,16	0,45
Бронхіальна астма	0,75	0,47	0,61	0,45	0,62	0,69	0,26	-0,33	-0,47	0,43	0,16	0,29
Хвороби системи кровообігу	0,70	0,54	0,61	0,63	0,72	0,75	0,52	-0,32	-0,47	0,46	-0,15	0,38

\* на 10 тис. дитячого населення до 14 років

З табл. 2.5 випливає, що показники рівня захворюваності населення м. Кривий Ріг мають високу кореляцію з факторами забруднення водного середовища: показники захворюваності на бронхіт, екзему та інші хронічні загострення хвороб і хвороби системи кровообігу з показником вмісту нітритів мають коефіцієнт кореляції, що дорівнює 0,75; показник рівня захворюваності

на окремі стани, що виникли в перинатальному періоді (дитячого населення віком до 14 років) з рівнем вмісту хлоридів – 0,77; з рівнем вмісту нітритів та нітратів – 0,72, на захворюваність туберкульозом впливає рівень концентрації хлоридів з коефіцієнтом кореляції – 0,74, нітратів – 0,73. Одержані коефіцієнти кореляції, що визначають для відповідної вибірки варіант так само, як і окремі досліджувані варіанти, є величини випадкові. Тому виникає необхідність також визначати ступінь наближення коефіцієнта до показника генеральної сукупності значень  $r$ . Для вирішення наведеного завдання застосовується нульова гіпотеза. Вона полягає в припущенні, що  $r = 0$ , тобто, що між випадковими величинами  $X$  і  $Y$  кореляція відсутня. Для перевірки цієї нульової гіпотези використовується порівняння показників з  $t_s$  – критерієм Стюдента значення статистики розраховано за (2.3):

$$t = \sqrt{\frac{1-r^2}{T-2}}, \quad (2.3)$$

де  $r$  – одержані коефіцієнти парної кореляції (табл. 2.5),  $T$  – кількість спостережень,  $T=169$ .

Якщо  $t > t_s$ , то нульова гіпотеза відкидається. Це означає, що в генеральній сукупності  $\rho \neq 0$ , тобто одержаний коефіцієнт кореляції  $r$  достовірно відрізняється від 0, а між  $X$  і  $Y$  існує кореляційний зв'язок. При  $t < t_s$  зберігається нульова гіпотеза, а одержане відхилення  $r$  від 0 є випадковим [124].

За таблицями Стюдента для  $T=169 - 2 = 167$ ,  $\alpha=0,05$  знаходимо:  $t_s=1,984$ . Для всіх коефіцієнтів парної кореляції  $r$  (табл. 2.5) розраховуємо  $t$  за формулою (2.3), якщо виконується  $|t| > t_s$ , нульова гіпотеза відкидається, тобто одержане значення є достовірним на рівні значущості 0,05, тобто має місце лінійний кореляційний зв'язок.

Розраховані коефіцієнти дають змогу зрозуміти корисність факторних ознак при включенні їх до економіко-математичної моделі. В результаті проведення кореляційного аналізу (табл. 2.5) визначено, що вміст забруднюючих речовин у водному середовищі найбільше спричиняє такі захворювання, як анемія та онкологічні патології, а найменше бронхіт, бронхіальна астма та екзема. Одержані результати кореляційного аналізу були обговорені з медичними фахівцями та науковцями ДОКЛ ім. І.І. Мечникова (м. Дніпропетровськ), дитячої міської клінічної лікарні № 2 (м. Дніпропетровськ), криворізького протитуберкульозного диспансеру № 2.

Таким чином, визначено, що існує залежність між вмістом забруднюючих речовин у водному середовищі Кривого Рогу та рівнем захворюваності населення. Потрібно визначити точний характер зв'язку між рівнем захворюваності населення міста та обсягом скидань забруднюючих речовин у водне середовище. Окрім того, потрібен розрахунок оцінок параметрів моделі, який би враховував:

- а) вид забруднюючої речовини;
- б) обсяг викиду забруднюючої речовини даного виду;
- в) а також був у вигляді залежності від пунктів а) та б).

## 2.2. Дослідження моделей визначення обсягу соціального збитку, спричиненого техногенним забрудненням регіону

З метою моделювання впливу забруднення навколишнього природного середовища на рівень захворюваності населення побудовано теоретичну економіко-математичну модель (2.4):

$$Y = F(f_1, f_2, f_3, \bar{x}_1, \bar{x}_2, \bar{x}_3), \quad (2.4)$$

де  $Y$  – рівень захворюваності внаслідок забруднення навколишнього природного середовища,  $f_1$  – функція залежності рівня захворюваності від рівня забруднення атмосферного середовища,  $f_2$  – функція залежності рівня захворюваності від рівня забруднення водного середовища,  $f_3$  – функція залежності рівня захворюваності від рівня забруднення ґрунтів,  $\bar{x}_1$  – показники забруднення атмосферного середовища,  $\bar{x}_2$  – показники забруднення водного середовища,  $\bar{x}_3$  – показники забруднення ґрунтів.

Але як доведено в пункті 2.1, стан водного середовища серед інших об'єктів навколишнього середовища при інтенсивному техногенному навантаженні найбільш значущо відображає характер і ступінь небезпеки територіального забруднення екзогенними хімічними речовинами і може бути індикатором довгострокового негативного впливу середовищних факторів довкілля на умови життя та здоров'я населення.

Таким чином, показники забруднення водного середовища є індикаторами забруднення навколишнього природного середовища, тому шукана модель може бути подана у вигляді (2.5):

$$Y = F(\bar{x}), \quad (2.5)$$

де  $Y$  – рівень захворюваності внаслідок забруднення навколишнього природного середовища,  $F$  – функція залежності рівня захворюваності від рівня забруднення водного середовища,  $\bar{x}$  – показники забруднення водного середовища регіону.

Вибираючи цільові функції (2.5), можна отримувати різні оцінки вхідних параметрів та відповідно інтерпретувати отримані моделі. При цьому перевага віддається оцінкам, які є спроможними, незміщеними та ефективними.

Вибір виду регресійної моделі, тобто функції  $F(\bar{x}, \alpha)$ , – центральний момент при обробці експериментальних даних. Якщо ця функція будується на основі базових уявлень про природу процесів, що відбуваються в досліджуваній системі, то вона, як правило, є складною нелінійною залежністю. Такий підхід називається змістовним моделюванням [125; 126] (hard modeling). Інший підхід, так зване формальне моделювання [127] (soft modeling), використовується в тих випадках, коли фізико-хімічний вміст досліджуваного процесу або невідомий, або занадто складний. Тоді будується найпростіша лінійна регресія залежної змінної від незалежних параметрів.

Було висунуто гіпотезу: чи існує зв'язок між рівнем забрудненості моноелементними концентраціями забруднюючих речовин водного середовища м. Кривий Ріг та рівнем захворюваності населення регіону. Для підтвердження цієї гіпотези проведено теоретичний експеримент, використовуючи методи

кореляційного та регресійного аналізу [122; 128]. Після кореляційного аналізу визначено ступінь та напрямок впливу факторів хімічного забруднення водного середовища на рівень захворюваності на основі обчислення й аналізу ряду статистичних характеристик. Регресійний аналіз полягає у визначенні на основі статистичних даних виду аналітичного зв'язку між змінними, де зміна однієї величини – залежної змінної – (результуючої ознаки) викликана впливом однієї або декількох незалежних величин (факторів), а множина всіх інших факторів, що впливають на залежну змінну, акумулюється у випадковій компоненті. В даному випадку розглядаємо багатофакторну регресійну модель у вигляді (2.6):

$$y_t = \alpha_0^0 + \alpha_1^0 x_{t1} + \alpha_2^0 x_{t2} + \dots + \alpha_n^0 x_{tn} + \varepsilon_t = x_t \alpha^0 + \varepsilon_t, \quad (2.6)$$

де  $y_t$  – значення залежної змінної в  $t$ -м спостереженні, рівень захворюваності населення,  $\alpha^0$  – є  $n+1$  вимірним вектором параметрів регресії,  $x_t$  – значення незалежних змінних при  $t$ -му спостереженні показників концентрацій забруднюючих речовин,  $\varepsilon_t$  – випадкова компонента (шум) в  $t$ -му спостереженні. Випадкові нерегулярні коливання є результатом дії великої кількості другорядних факторів,  $t = \overline{1, T}$ ,  $n=12$ ,  $T=169$ .

Різниця  $\hat{y}_t = y_t - \varepsilon_t$  називається рівнянням регресії, яке є формулою зв'язку залежної змінної з обраними факторами (незалежними змінними).

Регресійний аналіз включає такі етапи [122]:

- а) оцінювання виду моделі;
- б) оцінювання параметрів моделі;
- в) визначення точності моделі.

На першому етапі досліджень була проведена перевірка якості апроксимації лінійною (2.6) та нелінійною моделями для даних рівня захворюваності населення м. Кривий Ріг, від концентрації різних видів забруднювачів водного середовища, що наведені в [129, с. 107 – 112]. Було використано коефіцієнт детермінації  $R^2$  в якості параметру, що характеризує якість апроксимації, який розраховано за формулою (2.7):

$$R^2 = 1 - \frac{\sum_{i=1}^T (y_i - \hat{y})^2}{\sum_{i=1}^T (y_i - \bar{y})^2} \quad (2.7)$$

де  $y_i$  – фактичне спостережуване значення залежної змінної,  $\hat{y}$  – значення залежної змінної, передбачене за рівнянням апроксимації,  $\bar{y}$  – середнє арифметичне залежної змінної,  $T=169$ .

Значення  $R^2$  нормується в межах від 0 до 1 та відображає близькість значень лінії тренда до фактичних даних. Ця величина характеризує якість апроксимаційної прямої, тобто ступінь відповідності між моделлю та вихідними даними. Чим ближче значення цього параметра до одиниці, тим краща якість апроксимації. При значеннях показників тісноти зв'язку менше ніж 0,7 величина коефіцієнта детермінації завжди буде нижча за 50 %. Це означає, що на частку варіації факторних ознак припадає менша частина

порівняно з останніми неврахованими в моделі чинниками, що впливають на зміну результативного показника. Побудовані за таких умов регресійні моделі не мають практичного значення [124].

На рис. 2.4 наведено приклади лінійної та поліноміальної апроксимації залежності рівня загальної захворюваності від рівня забруднення водного середовища сульфатами, хлоридами, нітратами та мінералізацією. При порівнянні значень достовірності лінійної та поліноміальної апроксимації встановлено, що значення  $R^2_{л}$  значно менше ніж  $R^2_{п}$  [124], тому можна зробити висновок, що нелінійна регресійна модель краще апроксимує рівень захворюваності населення м. Кривий Ріг відповідно до вмісту шкідливих речовин у стічних водах, що скидають у водне середовище міста.

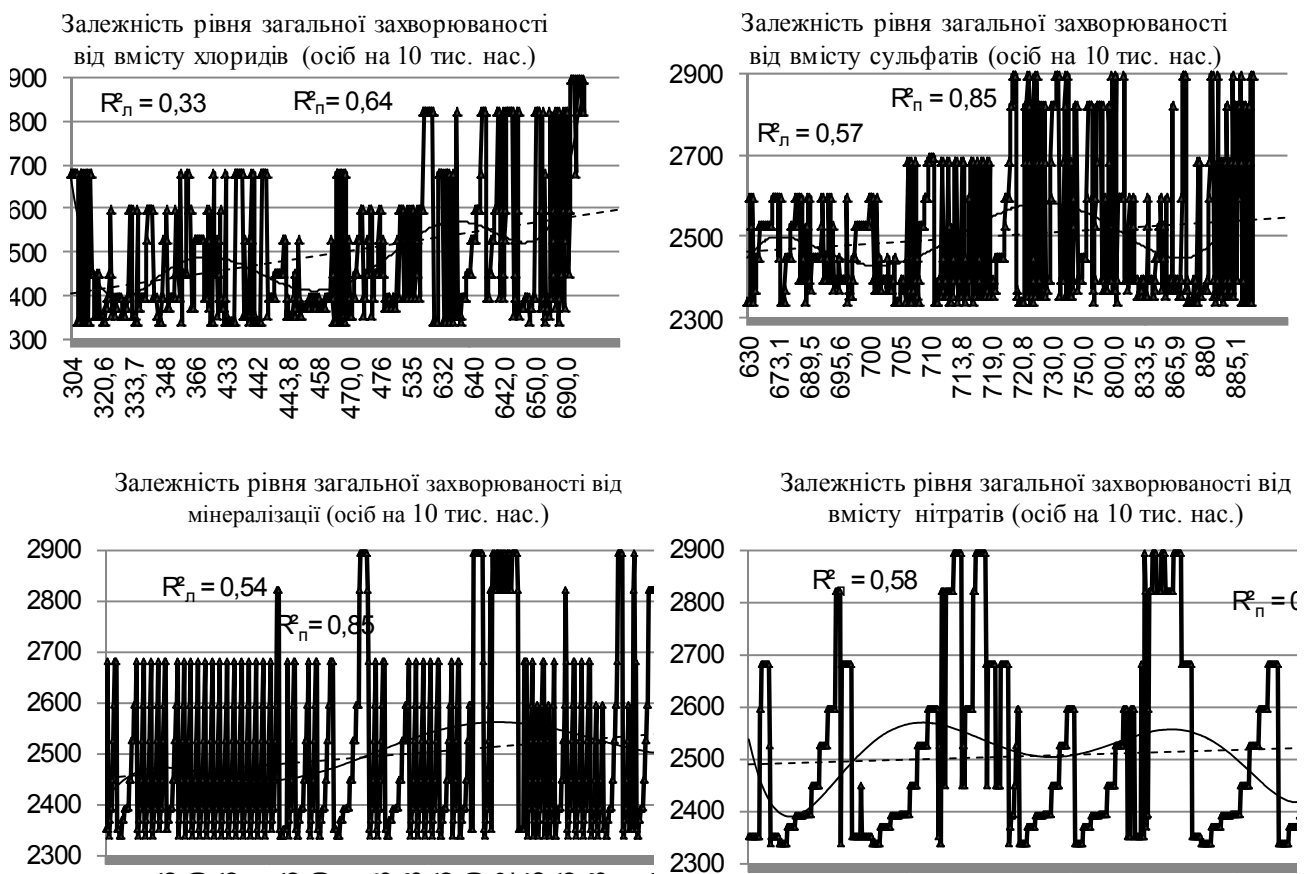


Рис. 2.4. Лінійна та поліноміальна апроксимація залежності загального рівня захворюваності від окремих видів забруднення, де  $\blacktriangle$  – рівень захворюваності, — – поліноміальна апроксимація, - - - - лінійна апроксимація,  $R^2_{л}$ ,  $R^2_{п}$  – величини достовірності лінійної та поліноміальної апроксимації відповідно

В табл. 2.6 наведено повний перелік формул апроксимації для розрахованих автором залежностей, який доводить, що подібний висновок стосується абсолютно всіх типів забруднення водного середовища промисловими стоками у м. Кривому Розі, тому що  $R^2$  – величина достовірності лінійної апроксимації менша в середньому на 18,54%, ніж аналогічний параметр для поліноміальної апроксимації. Для визначення найкращих прогнозних властивостей отриманої, лінійної чи нелінійної моделі побудовано

апроксимуючі залежності для  $T-2$  точок рівня забруднення ( $T=169$ ). Потім за побудованими залежностями розраховано значення для  $(T-1)$ -ї та  $T$ -ї точок.

Таблиця 2.6

Лінійна та поліноміальна апроксимаційна модель залежності захворювання населення м. Кривий Ріг від видів та обсягів забруднення водного середовища

Показник якості води, (x)	Лінійна апроксимація рівня захворювання населення м. Кривий Ріг	Величина достовірності лінійної апроксимації, $R^2_n$	Поліноміальна апроксимація рівня захворювання населення м. Кривий Ріг	Величина достовірності поліноміальної апроксимації, $R^2_n$
Хлориди	$y = 0,24x + 2403,9$	0,33	$y = 9E-13x^6 - 2E-09x^5 + 2E-06x^4 - 0,0007x^3 + 0,13x^2 - 10,26x + 2674,4$	0,64
Сульфати	$y = 0,10x + 2463,9$	0,57	$y = -1E-13x^6 + 4E-10x^5 - 4E-07x^4 + 0,0002x^3 - 0,04x^2 + 2,61x + 2443,7$	0,85
Мінералізація	$y = 0,13x + 2453,8$	0,54	$y = -9E-14x^6 + 2E-10x^5 - 3E-07x^4 + 0,0001x^3 - 0,03x^2 + 2,26x + 2409,9$	0,85
БСК <sub>5</sub>	$y = 0,42x + 2348,4$	0,22	$y = -3E-13x^6 + 6E-10x^5 - 5E-07x^4 + 0,0002x^3 - 0,03x^2 + 2,43x + 2371,3$	0,43
Нітрати	$y = 0,05x + 2490,8$	0,58	$y = 8E-13x^6 - 2E-09x^5 + 1E-06x^4 - 0,0006x^3 + 0,11x^2 - 7,098x + 2545,4$	0,86
Нітрити	$y = 0,28x + 2417,6$	0,52	$y = 6E-13x^6 - 1E-09x^5 + 1E-06x^4 - 0,0004x^3 + 0,07x^2 - 3,73x + 2417,5$	0,73
Нафтопродукти	$y = 0,53x + 2304,8$	0,56	$y = -2E-13x^6 + 4E-10x^5 - 2E-07x^4 + 7E-05x^3 - 0,01x^2 + 0,73x + 2368,2$	0,73
Фосфати	$y = 0,099x + 2470,2$	0,44	$y = 5E-13x^6 - 1E-09x^5 + 1E-06x^4 - 0,0004x^3 + 0,06x^2 - 2,93x + 2484,9$	0,45
Розчинний кисень	$y = 0,24x + 2420,9$	0,48	$y = -8E-14x^6 + 2E-10x^5 - 2E-07x^4 + 6E-05x^3 - 0,01x^2 + 0,69x + 2424,2$	0,69
ХСК	$y = 0,11x + 2476$	0,55	$y = -5E-13x^6 + 1E-09x^5 - 9E-07x^4 + 0,0003x^3 - 0,05x^2 + 3,4x + 2419,7$	0,64
Завислі речовини	$y = 0,34x + 2369,8$	0,62	$y = 6E-13x^6 - 1E-09x^5 + 1E-06x^4 - 0,0005x^3 + 0,096x^2 - 7,89x + 2581,7$	0,68

Для  $T$ -го та  $(T-1)$ -го значення розраховано похибку прогнозних значень за формулою (2.8):

$$P = \frac{\sum_{i=T-1}^T \frac{y_i - \hat{y}_i}{y_i}}{2}, \quad (2.8)$$

де  $\hat{y}_i$  – фактичне спостережуване значення залежної змінної,  $y_i$  – значення залежної змінної, передбачене за рівнянням апроксимації,  $T$  – кількість прогнозованих значень залежної змінної,  $T=169$ .

Значення  $P$  знаходиться в межах від 0 до 1. Чим ближче значення  $P$  до 0, тим кращі прогнозні властивості має побудована модель [124].

Результати розрахунків подані на рис. 2.5.

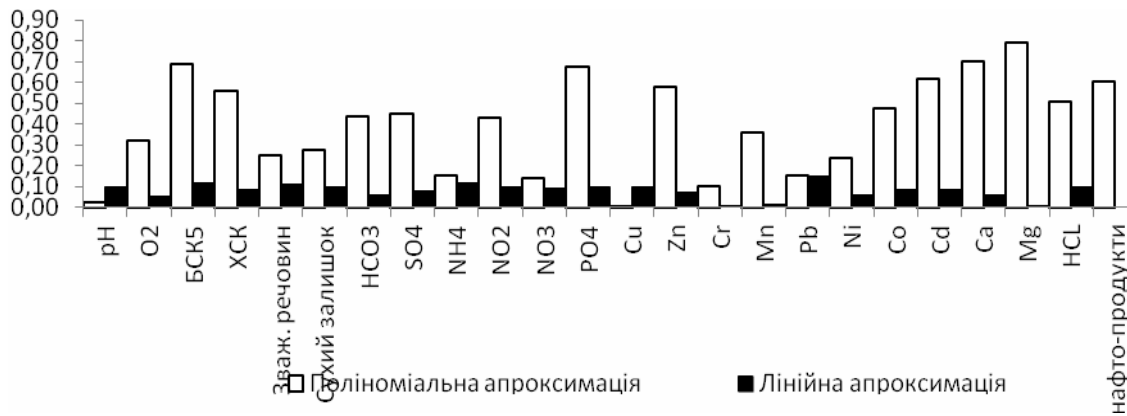


Рис. 2.5. Діаграма значень похибок прогнозних властивостей поліноміальної та лінійної моделей

Розглянувши дані табл. 2.6 та рис. 2.5 можна стверджувати, що поліноміальна залежність апроксимує вихідні дані з більшою точністю, ніж лінійна модель. Однак похибка отриманого з її допомогою прогнозу становить 40%, в той час коли похибка прогнозу на основі лінійної апроксимації – 16%, тобто лінійна модель має кращі прогнозні властивості. Це пояснюється тим, що поліноміальна апроксимація використовується для опису величин, що поперемінно зростають і убивають [124]. Вона корисна для аналізу великого набору даних про нестабільну величину. Степінь полінома визначається кількістю екстремумів (максимумів і мінімумів) кривої. Поліноміальний тренд не відбиває адекватно останній екстремум коливання вихідних даних, тому отриманий прогноз має велику похибку. Значення, розраховані за лінійною моделлю, ближче до середнього значення вихідних даних залежної змінної при фіксованих значеннях незалежної змінної, тому прогнозовані значення ближчі до фактичних.

На першому етапі для побудови регресійної моделі залежності кількості хворих від концентрації шкідливих речовин у водному середовищі було встановлено, що лінійна залежність має кращі прогнозні властивості, але вид залежності невідомий. Визначено вид та характер залежності захворюваності населення м. Кривий Ріг від забруднення водного природного середовища міста відповідно до кожного окремого показника забруднюючої речовини, а саме: нелінійна модель більш точно апроксимує залежність рівня захворюваності населення Кривого Рогу від різних видів та обсягів забруднення водного середовища міста, але має гірші прогнозні властивості.

## 2.3. Побудова економіко-математичної моделі визначення обсягу соціального збитку від впливу техногенного забруднення

### 2.3.1. Лінійна регресійна модель

На першому етапі для побудови лінійної регресійної моделі залежності кількості хворих від концентрації шкідливих речовин у водному середовищі було визначено лінійну залежність [129 – 131].

Відносно вхідних даних (додаток В) – випадкових коливань рівня забруднення – зроблено такі припущення:

1. Всі випадкові величини – значення шуму  $\varepsilon_t$ ,  $t = \overline{1, T}$ ,  $T=169$  – незалежні та мають однаковий розподіл, їх математичні сподівання дорівнюють 0, а їх дисперсії –  $\sigma^2$ .

2. Незалежні змінні – детерміновані величини, незалежні від шуму  $\varepsilon_t$ ,  $t = \overline{1, T}$ ,  $T=169$ .

3. Випадкові величини  $\varepsilon_t$ ,  $t=1, T$  мають нормальний закон розподілу з математичним сподіванням, що дорівнює 0 та дисперсією  $\sigma^2$  –  $\varepsilon_t \sim N(0, \sigma^2)$ ,  $t = \overline{1, T}$ ,  $T=169$ .

Дані припущення використано для перевірки властивостей отриманої моделі.

Параметри регресії (2.6) оцінено методом найменших квадратів, який полягає в мінімізації суми (2.9):

$$\sum_{t=1}^T (y_t - \alpha_0 - \alpha_1 x_{t1} - \alpha_2 x_{t2} - \dots - \alpha_{12} x_{t12})^2 \rightarrow \min, \quad (2.9)$$

за невідомими параметрами  $\alpha_i$ ,  $i=0, n$ ,  $n=12$ , де  $y_t$  – рівень захворюваності,  $x_{ti}$  – рівень концентрації вмісту забруднюючих речовин у водному середовищі,  $T=169$ .

Розв'язок задачі (2.9) існує при виконанні такого припущення: задача (2.9) має єдиний розв'язок, якщо ранг матриці  $X$  (вхідних параметрів) в формулі (2.10) дорівнює  $(n+1)=13$ . Дана умова означає, що стовпці матриці  $X$  мають бути лінійно незалежними – цю умову виконано при усуненні мультиколінеарності в підрозділі 2.1 табл. 2.3.

Розв'язок задачі (2.9) оцінювання параметрів регресії в моделі (2.6) при виконанні наведеного вище припущення дорівнює (2.10) [128]:

$$\hat{\alpha} = (X'X)^{-1} X'Y, \quad (2.10)$$

де матриці  $X = \begin{bmatrix} 1 & x_{11} & x_{12} & \dots & x_{1n} \\ 1 & x_{21} & x_{22} & \dots & x_{2n} \\ \dots & \dots & \dots & \dots & \dots \\ 1 & x_{T1} & x_{T2} & \dots & x_{Tn} \end{bmatrix}$  – показники вмісту забруднюючих речовин

у водному середовищі,  $Y = \begin{bmatrix} y_1 \\ y_2 \\ \dots \\ y_T \end{bmatrix}$  – показники рівня захворюваності, спричиненої

техногенним забрудненням, вектор  $\hat{\alpha} = \begin{bmatrix} \hat{\alpha}_0 \\ \hat{\alpha}_1 \\ \dots \\ \hat{\alpha}_n \end{bmatrix}$  – оцінки параметрів  $\alpha_i$ ,  $i = \overline{1, n}$ ,

$T=169$ ,  $n=12$ .



Відповідність назв вхідних змінних та параметрів регресійної моделі наведено в табл. 2.7.

Таблиця 2.7

Відповідність змінних вхідним факторам моделі

Змінна моделі	Коефіцієнт моделі	Назва фактору
$x_1$	$\alpha_1$	Хлориди
$x_2$	$\alpha_2$	Сульфати
$x_3$	$\alpha_3$	Мінералізація
$x_4$	$\alpha_4$	БСК <sub>5</sub>
$x_5$	$\alpha_5$	Нітрати
$x_6$	$\alpha_6$	Нітроти
$x_7$	$\alpha_7$	Нафтопродукти
$x_8$	$\alpha_8$	Фосфати
$x_9$	$\alpha_9$	Розчинний кисень
$x_{10}$	$\alpha_{10}$	ХСК
$x_{11}$	$\alpha_{11}$	pH
$x_{12}$	$\alpha_{12}$	Завислі речовини
	$\alpha_0$	Вільний член – рівень захворюваності, що не залежить від екологічних факторів

Вартість лікування різних видів захворювань (туберкульоз, онкологічні захворювання, онкологічні патології, окремі стани, які виникли в перинатальному періоді, анемії, інсульту всі форми, гострий інфаркт міокарду, патологія вагітності та післяпологового періоду, бронхіт, екзема та інші хронічні загострення хвороб, бронхіальна астма, хвороби системи кровообігу) неоднакова та забруднюючі речовини, що входять до складу забруднених стічних вод, по-різному впливають на окремі групи захворювань. Щоб урахувати цей вплив, потрібна формула залежності кількості хворих від видів та обсягів забруднення водного середовища відповідно до кожного виду захворювань.

Використавши пакет статистичного аналізу MS Excel «Дані» → «Пакет аналізу» → «Регресія», методом найменших квадратів отримано параметри лінійної регресійної моделі залежності рівня захворюваності населення Кривого Рогу від рівня забруднення водного середовища міста у вигляді  $y_t = \alpha_0^0 + \alpha_1^0 x_{t1} + \alpha_2^0 x_{t2} + \dots + \alpha_n^0 x_{tm} + \varepsilon_t = x_t \alpha^0 + \varepsilon_t$ ,  $t = \overline{1, T}$ , при надійній ймовірності  $p \leq 0,05$ .

1. Туберкульоз (усі форми) – табл. 2.8.

Лінійна регресійна модель апроксимації рівня захворюваності на туберкульоз населення м. Кривий Ріг у 2000 – 2012 рр.:

$$Y_1=17,31+0,03x_1+0,01x_2+0,001x_3+1,2x_4+0,17x_5+0,46x_6-1,75x_7-2,3x_8+ \\ +0,69x_9-0,11x_{10}-1,5x_{11}-0,04x_{12}. \quad (2.11)$$

При цьому для моделі (2.11) одержано такі статистичні характеристики побудованої регресійної моделі: коефіцієнт детермінації  $R^2=0,86$ , нормований  $R^2=0,847$ .

Таблиця 2.8

Параметри регресійної моделі апроксимації рівня захворюваності на туберкульоз населення Кривого Рогу у 2000 – 2012 рр.

(осіб на 10 тис. населення)

Характеристики	Параметри регресії												
	$\alpha_0$	$\alpha_1$	$\alpha_2$	$\alpha_3$	$\alpha_4$	$\alpha_5$	$\alpha_6$	$\alpha_7$	$\alpha_8$	$\alpha_9$	$\alpha_{10}$	$\alpha_{11}$	$\alpha_{12}$
1 Значення коефіцієнта	17,31	0,03	0,01	0,001	1,19	0,17	0,46	-1,75	-2,30	0,69	-0,11	-1,50	-0,04
2 Стандартна похибка	8,94	0,00	0,00	0,00	0,18	0,06	0,49	4,16	0,53	0,13	0,05	1,18	0,05
3 $t$ -статистика	1,74	5,75	2,72	0,89	6,78	2,71	0,93	-0,42	-4,33	5,26	-2,16	-1,27	-0,67
4 $p$ -значення	0,08	0,00	0,01	0,37	0,00	0,01	0,36	0,68	0,00	0,00	0,03	0,21	0,51
5 Значимість, якщо $p$ -значення $\leq 0,05$	-	+	+	-	+	+	-	-	+	+	+	-	-
6 Нижня межа 95%	-1,35	0,02	0,00	0,00	0,84	0,05	-0,52	-9,99	-3,35	0,43	-0,21	-3,82	-0,14
7 Верхня межа 95%	35,97	0,04	0,02	0,00	1,53	0,29	1,43	6,49	-1,25	0,95	-0,01	0,83	0,07

Для аналізу загальної якості рівняння регресії використано коефіцієнт детермінації  $R^2$ , що є квадратом коефіцієнта множинної кореляції  $R$  і завжди знаходиться в межах інтервалу  $[0, 1]$ . Коефіцієнт детермінації показує, якою мірою варіація залежної змінної (результативного показника) визначається варіацією незалежної змінної (вхідного показника). Якщо значення  $R^2$  близько до одиниці, це означає, що побудована модель пояснює майже всю мінливість вхідних змінних. І навпаки, якщо значення  $R^2$  близько до нуля, то якість побудованої моделі незадовільна. Коефіцієнт детермінації  $R^2$  показує, на скільки відсотків знайдена функція регресії описує зв'язок між значеннями факторів  $X$  та  $Y$ . Для побудованої моделі (2.11)  $R^2=0,86$ , це означає, що на 86% рівень захворюваності на туберкульоз пояснено впливом факторів навколишнього середовища. Нормований  $R^2$  забезпечує інформацією про те, яке значення могло б бути отримано при наборі даних, значно більшому за аналізований. Так як розглядається вибірка великого обсягу, то нормований  $R^2$  і фактичний  $R^2$  не дуже різняться.

2. Онкологічні захворювання – табл. 2.9.

Лінійна регресійна модель апроксимації рівня онкологічних захворювань населення Кривого Рогу у 2000 – 2012 рр.:

$$Y_2=28,34+0,05x_1+0,04x_2+0,04x_3+13,7x_4+2,7x_5-0,21x_6+ \\ +234,2x_7-44,1x_8+15,5x_9+4x_{10}+16,22x_{11}+0,4x_{12}. \quad (2.12)$$

При цьому для моделі (2.12) одержано такі статистичні характеристики побудованої регресійної моделі: коефіцієнт детермінації  $R^2=0,85$ , нормований  $R^2=0,84$ .

Таблиця 2.9

Параметри регресійної моделі апроксимації рівня онкологічних захворювань населення Кривого Рогу у 2000 – 2012 рр.

(осіб на 10 тис. населення)

Характеристики	Параметри регресії												
	$\alpha_0$	$\alpha_1$	$\alpha_2$	$\alpha_3$	$\alpha_4$	$\alpha_5$	$\alpha_6$	$\alpha_7$	$\alpha_8$	$\alpha_9$	$\alpha_{10}$	$\alpha_{11}$	$\alpha_{12}$
1 Значення коефіцієнта	28,34	0,05	0,04	0,04	13,7	2,7	-0,21	234,2	-44,1	15,5	4	16,22	0,39
2 Стандартна похибка	114,33	0,05	0,04	0,02	2,01	0,7	5,66	47,92	6,11	1,51	0,57	13,53	0,62
3 <i>t</i> -статистика	0,25	0,94	1,18	2,33	6,80	3,8	-0,04	4,89	-7,22	10,3	-0,7	1,20	0,62
4 <i>p</i> -значення	0,80	0,35	0,24	0,02	0,0	0,0	0,97	0,00	0,00	0,00	0,50	0,23	0,53
5 Значимість, якщо <i>p</i> -значення $\leq 0,05$	-	-	-	+	+	+	-	+	+	+	-	-	-
6 Нижня межа 95%	-197,8	-0,06	-0,03	0,01	9,71	1,32	-11,4	139,44	-56,2	12,52	-1,5	-10,6	-0,8
7 Верхня межа 95%	254,51	0,16	0,12	0,07	17,7	4,1	10,99	329,0	-32,0	18,5	0,74	42,98	1,61

Для побудованої моделі (2.12)  $R^2=0,853$ , це означає, що на 85,3% рівень онкологічних захворювань пояснено впливом факторів навколишнього середовища.

3. Онкологічні патології – табл. 2.10:

Таблиця 2.10

Параметри регресійної моделі апроксимації рівня захворюваності на онкологічні патології населення м. Кривий Ріг у 2000 – 2012 рр.

(осіб на 10 тис. населення)

Характеристики	Параметри регресії												
	$\alpha_0$	$\alpha_1$	$\alpha_2$	$\alpha_3$	$\alpha_4$	$\alpha_5$	$\alpha_6$	$\alpha_7$	$\alpha_8$	$\alpha_9$	$\alpha_{10}$	$\alpha_{11}$	$\alpha_{12}$
1 Значення коефіцієнта	176,77	-0,01	0,01	0,01	2,02	-0,39	-0,63	82,10	3,02	-3,38	-0,61	0,18	-1,21
2 Стандартна похибка	39,89	0,02	0,01	0,01	0,70	0,25	1,98	16,72	2,13	0,53	0,20	4,72	0,22
3 <i>t</i> -статистика	4,43	-0,53	0,91	1,17	2,88	-1,58	-0,32	4,91	1,41	-6,40	-3,08	0,04	-5,61
4 <i>p</i> -значення	0,00	0,60	0,36	0,25	0,00	0,12	0,75	0,00	0,16	0,00	0,00	0,97	0,00
5 Значимість, якщо <i>p</i> -значення $\leq 0,05$	+	-	-	-	+	-	-	+	-	+	+	-	+
6 Нижня межа 95%	97,85	-0,05	-0,01	0,00	0,63	-0,88	-4,53	49,02	-1,20	-4,42	-1,01	-9,16	-1,64
7 Верхня межа 95%	255,69	0,03	0,04	0,02	3,41	0,10	3,28	115,17	7,23	-2,33	-0,22	9,52	-0,78

Лінійна регресійна модель апроксимації рівня захворюваності на онкологічні патології населення м. Кривий Ріг у 2000 – 2012 рр.:

$$Y_3 = 176,77 - 0,01x_1 + 0,01x_2 + 0,01x_3 + 2,02x_4 - 0,39x_5 - 0,63x_6 + 82,1x_7 + 3,02x_8 - 3,38x_9 - 0,61x_{10} + 0,18x_{11} - 1,21x_{12}. \quad (2.13)$$

При цьому для моделі (2.13) одержано наступні характеристики регресійної статистики побудованої моделі: коефіцієнт детермінації  $R^2=0,65$ , нормований  $R^2=0,6183$ . Для моделі (2.13)  $R^2=0,65$ , це означає, що на 65% рівень

захворюваності на онкологічні патології пояснено впливом факторів навколишнього середовища.

4) Окремі стани, що виникли в перинатальному періоді, табл. 2.11:

Лінійна регресійна модель апроксимації рівня захворюваності дитячого населення віком до 14 років на окремі стани, що виникли в перинатальному періоді по м. Кривий Ріг у 2000 – 2012 рр.:

$$Y_4 = -74,78 + 0,13x_1 + 0,05x_2 + 0,02x_3 + 3,83x_4 + 0,47x_5 + 1,54x_6 + 105,56x_7 - 14,1x_8 + 3,48x_9 - 0,7x_{10} + 7,65x_{11} - 0,1x_{12}. \quad (2.14)$$

Таблиця 2.11

Параметри регресійної моделі апроксимації рівня захворюваності дитячого населення віком до 14 років на окремі стани, що виникли в перинатальному періоді по м. Кривий Ріг у 2000 – 2012 рр.

(осіб на 10 тис. дитячого населення віком до 14 років)

Характеристики	Параметри регресії												
	$\alpha_0$	$\alpha_1$	$\alpha_2$	$\alpha_3$	$\alpha_4$	$\alpha_5$	$\alpha_6$	$\alpha_7$	$\alpha_8$	$\alpha_9$	$\alpha_{10}$	$\alpha_{11}$	$\alpha_{12}$
1 Значення коефіцієнта	-74,78	0,13	0,05	0,02	3,83	0,47	1,54	105,56	-14,1	3,48	-0,7	7,65	-0,1
2 Стандартна похибка	41,57	0,02	0,01	0,01	0,73	0,26	2,06	17,42	2,22	0,55	0,21	4,92	0,23
3 <i>t</i> -статистика	-1,80	6,72	3,28	2,53	5,23	1,81	0,75	6,06	-6,34	6,33	-3,6	1,55	-0,6
4 <i>p</i> -значення	0,05	0,00	0,00	0,01	0,00	0,07	0,46	0,00	0,00	0,00	0,00	0,12	0,53
5 Значимість, якщо <i>p</i> -значення $\leq 0,05$	+	+	+	-	+	-	-	+	+	+	+	-	-
6 Нижня межа 95%	-157,02	0,09	0,02	0,00	2,38	-0,04	-2,53	71,09	-18,47	2,39	-1,15	-2,08	-0,59
7 Верхня межа 95%	7,46	0,17	0,07	0,03	5,28	0,98	5,61	140,02	-9,68	4,57	-0,33	17,38	0,30

При цьому для моделі (2.14) одержано такі статистичні характеристики побудованої регресійної моделі: коефіцієнт детермінації  $R^2=0,899$ , нормований  $R^2=0,89$ .

У побудованій моделі (2.14)  $R^2=0,899$ , це означає, що на 89,9% рівень захворюваності дитячого населення віком до 14 років на окремі стани, що виникли в перинатальному періоді у по м. Кривий Ріг у 2000 – 2012 рр. пояснено впливом факторів навколишнього середовища.

5. Анемії – табл. 2.12.

Лінійна регресійна модель апроксимації рівня захворюваності на анемії населення м. Кривий Ріг у 2000 – 2012 рр.:

$$Y_5 = -37,81 + 0,007x_1 + 0,01x_2 + 0,01x_3 - 0,08x_4 + 0,04x_5 + 4,04x_6 - 7,31x_7 + 2,43x_8 + 0,39x_9 - 0,47x_{10} + 7,54x_{11} - 0,75x_{12}. \quad (2.15)$$

При цьому для моделі (2.15) одержано такі статистичні характеристики побудованої регресійної моделі: коефіцієнт детермінації  $R^2=0,7228$ , нормований  $R^2=0,697$ . У побудованій моделі (2.15)  $R^2=0,7228$ , це означає, що на 72,28% рівень захворюваності на анемії пояснено впливом факторів навколишнього середовища.

Таблиця 2.12

Параметри регресійної моделі апроксимації рівня захворюваності на анемії населення м. Кривий Ріг у 2000 – 2012 рр.

(осіб на 10 тис. населення)

Характеристики	Параметри регресії												
	$\alpha_0$	$\alpha_1$	$\alpha_2$	$\alpha_3$	$\alpha_4$	$\alpha_5$	$\alpha_6$	$\alpha_7$	$\alpha_8$	$\alpha_9$	$\alpha_{10}$	$\alpha_{11}$	$\alpha_{12}$
1 Значення коефіцієнта	-37,81	0,07	0,01	0,01	-0,08	0,04	4,04	-7,31	2,43	0,39	-0,47	7,54	-0,75
2 Стандартна похибка	26,47	0,01	0,01	0,00	0,47	0,16	1,31	11,09	1,41	0,35	0,13	3,13	0,14
3 <i>t</i> -статистика	-1,43	5,65	0,92	1,77	-0,18	0,25	3,08	-0,66	1,71	1,10	-3,55	2,41	-5,21
4 <i>p</i> -значення	0,16	0,00	0,36	0,05	0,86	0,80	0,00	0,51	0,09	0,27	0,00	0,02	0,00
5 Значимість, якщо <i>p</i> -значення $\leq 0,05$	-	+	-	+	-	-	+	-	-	-	+	+	+
6 Нижня межа 95%	-90,18	0,05	-0,01	0,00	-1,00	-0,28	1,44	-29,26	-0,37	-0,31	-0,73	1,35	-1,03
7 Верхня межа 95%	14,55	0,10	0,03	0,01	0,84	0,37	6,63	14,64	5,22	1,08	-0,21	13,74	-0,46

6. Інсульти (всі форми) – табл. 2.13.

Таблиця 2.13

Параметри регресійної моделі апроксимації рівня захворюваності на інсульти населення м. Кривий Ріг у 2000 – 2012 рр.

(осіб на 10 тис. населення)

Характеристики	$\alpha_0$	$\alpha_1$	$\alpha_2$	$\alpha_3$	$\alpha_4$	$\alpha_5$	$\alpha_6$	$\alpha_7$	$\alpha_8$	$\alpha_9$	$\alpha_{10}$	$\alpha_{11}$	$\alpha_{12}$
1 Значення коефіцієнта	-4,91	-0,02	0,01	0,00	0,30	-0,01	-0,30	12,18	-0,94	0,18	0,001	1,66	0,04
2 Стандартна похибка	6,30	0,00	0,00	0,00	0,11	0,04	0,31	2,64	0,34	0,08	0,03	0,75	0,03
3 <i>t</i> -статистика	-0,78	-5,31	6,08	0,52	2,71	-0,32	-0,96	4,61	-2,78	2,12	-0,03	2,23	1,03
4 <i>p</i> -значення	0,44	0,00	0,00	0,61	0,01	0,75	0,34	0,00	0,01	0,04	0,98	0,03	0,30
5 Значимість, якщо <i>p</i> -значення $\leq 0,05$	-	+	+	-	+	-	-	+	+	+	-	+	-
6 Нижня межа 95%	-17,38	-0,02	0,01	0,00	0,08	-0,09	-0,92	6,95	-1,60	0,01	-0,06	0,19	-0,03
7 Верхня межа 95%	7,56	-0,01	0,02	0,00	0,52	0,07	0,32	17,40	-0,27	0,34	0,06	3,14	0,10

Лінійна регресійна модель апроксимації рівня захворюваності на інсульти населення м. Кривий Ріг у 2000 – 2012 рр.:

$$Y_6 = -4,9 - 0,02x_1 + 0,01x_2 + 0,0005x_3 + 0,3x_4 - 0,01x_5 - 0,3x_6 + 12,18x_7 - 0,94x_8 + 0,18x_9 + 0,001x_{10} + 1,66x_{11} + 0,4x_{12}. \quad (2.16)$$

При цьому для моделі (2.16) одержано такі статистичні характеристики побудованої регресійної моделі: коефіцієнт детермінації  $R^2=0,662$ , нормований  $R^2=0,622$ .

У побудованій моделі (2.16)  $R^2=0,662$ , це означає, що на 66,2% рівень захворюваності інсультами по м. Кривий Ріг пояснено впливом факторів навколишнього середовища.

7. Гострий інфаркт міокарду – табл. 2.14.

Лінійна регресійна модель апроксимації рівня захворюваності на гострий інфаркт міокарду населення м. Кривий Ріг у 2000 – 2012 рр.:

$$Y_7 = -4,7 - 0,02x_1 + 0,02x_2 + 0,001x_3 + 0,63x_4 + 0,04x_5 - 0,65x_6 + 8,8x_7 - 2,11x_8 + 0,51x_9 + 0,05x_{10} + 0,46x_{11} + 0,03x_{12}. \quad (2.17)$$

При цьому для моделі (2.17) одержано такі статистичні характеристики

побудованої регресійної моделі: коефіцієнт детермінації  $R^2=0,659$ , нормований  $R^2=0,628$ . У побудованій моделі (2.17)  $R^2=0,659$ , це означає, що на 65,9% рівень захворюваності на гострий інфаркт міокарду пояснено впливом факторів навколишнього середовища.

Таблиця 2.14

Параметри регресійної моделі апроксимації рівня захворюваності на гострий інфаркт міокарду населення м. Кривий Ріг у 2000 – 2012 рр.

(осіб на 10 тис. населення)

Характеристики		Параметри регресії												
		$\alpha_0$	$\alpha_1$	$\alpha_2$	$\alpha_3$	$\alpha_4$	$\alpha_5$	$\alpha_6$	$\alpha_7$	$\alpha_8$	$\alpha_9$	$\alpha_{10}$	$\alpha_{11}$	$\alpha_{12}$
1	Значення коефіцієнта	-4,7	-0,02	0,02	0,001	0,63	0,04	-0,65	8,80	-2,11	0,51	0,05	0,46	0,03
2	Стандартна похибка	7,63	0,004	0,003	0,001	0,13	0,05	0,38	3,20	0,41	0,10	0,04	0,90	0,04
3	<i>t</i> -статистика	-0,62	-5,70	6,30	0,96	4,66	0,94	-1,73	2,75	-5,17	5,02	1,25	0,51	0,69
4	<i>p</i> -значення	0,54	0,00	0,00	0,34	0,00	0,35	0,09	0,01	0,00	0,00	0,21	0,61	0,49
5	Значимість, якщо <i>p</i> -значення $\leq 0,05$	-	+	+	-	+	-	-	+	+	+	-	-	-
6	Нижня межа 95%	-19,8	-0,03	0,01	0,00	0,36	-0,05	-1,40	2,47	-2,91	0,31	-0,03	-1,33	-0,05
7	Верхня межа 95%	10,4	-0,01	0,02	0,00	0,89	0,14	0,09	15,12	-1,30	0,71	0,12	2,25	0,11

8. Бронхіальна астма – табл. 2.15:

Таблиця 2.15

Параметри регресійної моделі апроксимації рівня захворюваності на бронхіальну астму населення м. Кривий Ріг у 2000 – 2012 рр.

(осіб на 10 тис. населення)

Характеристики		Параметри регресії												
		$\alpha_0$	$\alpha_1$	$\alpha_2$	$\alpha_3$	$\alpha_4$	$\alpha_5$	$\alpha_6$	$\alpha_7$	$\alpha_8$	$\alpha_9$	$\alpha_{10}$	$\alpha_{11}$	$\alpha_{12}$
1	Значення коефіцієнта	-317,93	0,29	-0,08	0,02	4,57	1,49	6,72	-0,48	-5,41	4,84	-0,86	36,20	-0,81
2	Стандартна похибка	60,22	0,03	0,02	0,01	1,06	0,37	2,98	25,24	3,22	0,80	0,30	7,12	0,33
3	<i>t</i> -статистика	-5,28	10,14	-3,85	1,83	4,30	3,98	2,25	-0,02	-1,68	6,07	-2,88	5,08	-2,48
4	<i>p</i> -значення	0,00	0,00	0,00	0,07	0,00	0,00	0,03	0,98	0,09	0,00	0,00	0,00	0,01
5	Значимість, якщо <i>p</i> -значення $\leq 0,05$	+	+	+	-	+		+	-	-	+	+	+	+
6	Нижня межа 95%	-437,05	0,24	-0,12	0,00	2,47	0,75	0,82	-50,40	-11,78	3,26	-1,46	22,11	-1,45
7	Верхня межа 95%	-198,81	0,35	-0,04	0,03	6,67	2,23	12,62	49,45	0,95	6,41	-0,27	50,30	-0,16

Лінійна регресійна модель апроксимації рівня захворюваності на бронхіальну астму населення м. Кривий Ріг у 2000 – 2012 рр.:

$$Y_8 = -317,9 + 0,3x_1 - 0,08x_2 + 0,02x_3 + 4,57x_4 + 1,5x_5 + 6,72x_6 - 0,48x_7 - 5,41x_8 + 4,84x_9 - 0,86x_{10} + 36,2x_{11} - 0,81x_{12}. \quad (2.18)$$

При цьому для моделі (2.18) одержано такі статистичні характеристики побудованої регресійної моделі: коефіцієнт детермінації  $R^2=0,875$ , нормований  $R^2=0,864$ .

У побудованій моделі (2.18)  $R^2=0,875$ , це означає, що на 87,5% рівень захворюваності на бронхіальну астму пояснено впливом факторів навколишнього середовища.

9. Хвороби системи кровообігу – табл. 2.16.

Таблиця 2.16

Параметри регресійної моделі апроксимації рівня захворюваності населення на хвороби системи кровообігу по м. Кривий Ріг у 2000 – 2012 рр.  
(осіб на 10 тис. населення)

Характеристики	Параметри регресії													
	$\alpha_0$	$\alpha_1$	$\alpha_2$	$\alpha_3$	$\alpha_4$	$\alpha_5$	$\alpha_6$	$\alpha_7$	$\alpha_8$	$\alpha_9$	$\alpha_{10}$	$\alpha_{11}$	$\alpha_{12}$	
1	Значення коефіцієнта	-445,7	1,02	-0,16	0,08	28,8	6,08	33,8	340,67	-50,2	25,21	-5,1	27,47	-2,1
2	Стандартна похибка	264,8	0,13	0,09	0,04	4,67	1,64	13,1	110,97	14,2	3,51	1,3	31,33	1,4
3	t-статистика	-1,68	8,07	-1,78	2,10	6,16	3,69	2,58	3,07	-3,6	7,19	-3,8	0,88	-1,5
4	p-значення	0,09	0,00	0,08	0,04	0,0	0,00	0,01	0,00	0,00	0,00	0,0	0,38	0,1
5	Значимість, якщо p-значення $\leq 0,05$	-	+	-	+	+	+	+	+	+	+	+	-	+
6	Нижня межа 95%	-969,5	0,77	-0,33	0,00	19,5	2,82	7,8	121,2	-78,2	18,3	-7,7	-34,50	-4,95
7	Верхня межа 95%	78,03	1,28	0,02	0,16	37,98	9,33	59,7	560,19	-22,2	32,14	-2,4	89,44	0,7

Лінійна регресійна модель апроксимації рівня захворюваності населення на хвороби системи кровообігу по м. Кривий Ріг у 2000 – 2012 рр.:

$$Y_9 = -445,7 + 1,02x_1 - 0,16x_2 + 0,08x_3 + 28,8x_4 + 6,08x_5 + 33,8x_6 + 340,67x_7 - 50,2x_8 + 25,21x_9 - 5,1x_{10} + 27,47x_{11} - 2,1x_{12}. \quad (2.19)$$

При цьому для моделі (2.19) одержано такі статистичні характеристики побудованої регресійної моделі: коефіцієнт детермінації  $R^2=0,893$ , нормований  $R^2=0,883$ . У побудованій моделі (2.19)  $R^2=0,893$ , це означає, що на 89,3% рівень захворюваності населення на хвороби системи кровообігу по м. Кривий Ріг у 2000 – 2012 рр. пояснено впливом факторів навколишнього середовища.

10. Патологія вагітності – табл. 2.17 :

Таблиця 2.17

Параметри регресійної моделі апроксимації рівня захворюваності на патологію вагітності населення м. Кривий Ріг у 2000 – 2012 рр.  
(осіб на 10 тис. населення)

Характеристики	Параметри регресії													
	$\alpha_0$	$\alpha_1$	$\alpha_2$	$\alpha_3$	$\alpha_4$	$\alpha_5$	$\alpha_6$	$\alpha_7$	$\alpha_8$	$\alpha_9$	$\alpha_{10}$	$\alpha_{11}$	$\alpha_{12}$	
1	Значення коефіцієнта	-805,2	-0,02	0,34	0,07	8,51	2,45	12,14	7,50	-38,69	21,86	-0,57	74,20	-3,19
2	Стандартна похибка	147,7	0,07	0,05	0,02	2,60	0,9	7,32	61,93	7,90	1,96	0,74	17,48	0,80
3	t-статистика	-5,45	-0,22	6,97	3,1	3,27	2,7	1,66	0,12	-4,90	11,2	-0,77	4,24	-3,98
4	p-значення	0,00	0,83	0,0	0,00	0,001	0,01	0,10	0,90	0,00	0,00	0,44	0,00	0,00
5	Значимість, якщо p-значення $\leq 0,05$	+	-	+	+	+	+	-	-	+	+	-	+	+
6	Нижня межа 95%	-1097,5	-0,16	0,24	0,03	3,36	0,64	-2,33	-115,02	-54,31	17,99	-2,03	39,61	-4,78
7	Верхня межа 95%	-512,9	0,12	0,44	0,11	13,66	4,27	26,62	130,01	-23,07	25,73	0,89	108,79	-1,61

Лінійна регресійна модель апроксимації рівня захворюваності населення на патологію вагітності по м. Кривий Ріг за 2000 – 2012 рр.:

$$Y_{10} = -805,2 - 0,02x_1 + 0,34x_2 + 0,07x_3 + 8,51x_4 + 2,45x_5 + 12,14x_6 + 7,5x_7 - 38,7x_8 + 21,86x_9 - 0,57x_{10} + 74,2x_{11} - 3,2x_{12}. \quad (2.20)$$

Для моделі (2.20) одержано такі статистичні характеристики побудованої регресійної моделі: коефіцієнт детермінації  $R^2=0,836$ , нормований  $R^2=0,821$ . У побудованій моделі (2.20)  $R^2=0,736$ , це означає, що на 73,6% рівень захворюваності населення на патологію вагітності по м. Кривий Ріг у 2000 – 2012 рр. пояснено впливом факторів навколишнього середовища.

11. Бронхіт, екзема та інші загострення хвороб – табл. 2.18:

Таблиця 2.18

Параметри регресійної моделі апроксимації рівня захворюваності на бронхіт, екзему та інші загострення хвороб населення Кривого Рогу у 2000 – 2012 рр.

(осіб на 10 тис. населення)

Характеристики		Параметри регресії												
		$\alpha_0$	$\alpha_1$	$\alpha_2$	$\alpha_3$	$\alpha_4$	$\alpha_5$	$\alpha_6$	$\alpha_7$	$\alpha_8$	$\alpha_9$	$\alpha_{10}$	$\alpha_{11}$	$\alpha_{12}$
1	Значення коефіцієнту	98,10	0,41	-0,02	0,04	3,88	1,63	18,53	234,23	-23,33	12,53	-2,19	-0,68	0,05
2	Стандартна похибка	106,40	0,05	0,04	0,02	1,88	0,66	5,27	44,60	5,69	1,41	0,53	12,59	0,58
3	<i>t</i> -статистика	0,92	8,08	-0,64	2,48	2,07	2,46	3,51	5,25	-4,10	8,89	-4,13	-0,05	0,09
4	<i>p</i> -значення	0,36	0,00	0,5	0,01	0,04	0,02	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,96	0,93
5	Значимість, якщо <i>p</i> -значення $\leq 0,05$	-	+	-	+	+	+	+	+	+	+	+	-	-
6	Нижня межа 95%	-112,43	0,31	-0,09	0,01	0,17	0,32	8,10	145,99	-34,58	9,74	-3,24	-25,59	-1,09
7	Верхня межа 95%	308,63	0,51	0,05	0,07	7,59	2,94	28,95	322,46	-12,08	15,31	-1,14	24,23	1,19

Лінійна регресійна модель апроксимації рівня захворюваності населення на бронхіт, екзему та інші загострення хвороб по м. Кривий Ріг у 2000 – 2012 рр.:

$$Y_{11} = 98,1 + 0,41x_1 - 0,02x_2 + 0,04x_3 + 3,38x_4 + 1,63x_5 + 18,53x_6 + 243,23x_7 - 23,3x_8 + 12,53x_9 - 2,2x_{10} - 0,68x_{11} + 0,05x_{12}. \quad (2.21)$$

Для моделі (2.21) одержано такі статистичні характеристики побудованої регресійної моделі: коефіцієнт детермінації  $R^2=0,889$ , нормований  $R^2=0,878$ .

У побудованій моделі (2.21)  $R^2=0,889$ , це означає, що на 88,9% рівень захворюваності населення на бронхіт, екзему та інші загострення хвороб пояснено впливом факторів навколишнього середовища.

Властивості отриманих оцінок параметрів регресії проаналізовано за допомогою перевірки гіпотез.

*Гіпотеза 1.* Незалежні змінні  $x_t$ ,  $t=1, \dots, T$  ( $T=169$ ) не впливають на залежну змінну.

Виконується перевірка гіпотези про рівність нулю істинного значення параметра при  $i$ -й незалежній змінній, тобто перевіряється нульова гіпотеза  $H_0: \alpha_i^0 = 0, i = \overline{0, n}$ . Альтернативна гіпотеза  $H_1: \alpha_i^0 \neq 0, i = \overline{0, n}$ ,  $n=12$ . Для перевірки  $H_0$  знайдено величину:



$$t = \frac{\hat{\alpha}_i - \alpha_i^0}{s_{\hat{\alpha}_i}} \quad (2.22)$$

де  $s_{\hat{\alpha}_i}$  – середня квадратична похибка оцінки  $i$ -го параметра регресії  $\hat{\alpha}_i$ .

Якщо гіпотеза  $H_0$  вірна, то з формули (2.22) випливає: при  $\alpha_i^0 = 0$  величина  $t = \frac{\hat{\alpha}_i}{s_{\hat{\alpha}_i}}$  розподілена за законом Стюдента. Гіпотеза приймається, якщо

$|t_{\text{ст}}| < t_p(q)$ , де величина  $t_{\text{ст}} = \frac{\hat{\alpha}_i}{s_{\hat{\alpha}_i}}$  обчислена за конкретними даними,  $p=0,05$  –

рівень значущості,  $t_p(q) - 100p\%$  - ва точка  $t$ -розподілу з числом ступенів свободи  $q$  рівним числу параметрів регресії, що оцінюються:

$$q = \begin{cases} T - (n + 1), & \text{якщо маємо } n \text{ факторів та вільний член} \\ T - n, & \text{якщо маємо } n \text{ факторів та вільний член відсутній} \end{cases} \quad (2.23)$$

Для оцінок, отриманих методом найменших квадратів, у формулах (2.11) – (2.21) було розраховано  $t$ -статистику табл. 2.8 – 2.18, рядок 3. Якщо для  $p=0,05$  виконується:

$$P\{|t| > t_p(q)\} = p, \quad (2.24)$$

то гіпотеза  $H_0$  приймається, що означає відсутність впливу  $i$ -ї незалежної змінної на залежну. Якщо  $|t_{\text{ст}}| < t_p(q)$ , то можна стверджувати, що незалежна змінна впливає на залежну. За формулою (2.24) розраховано рівень значущості  $p$ , якщо розраховане  $p < 0,05$ , то гіпотеза про незначущість коефіцієнта відхиляється. Розраховані рівні значущості  $p$  для коефіцієнтів регресії наведено в рядку 4 табл. 2.8 – 2.18. Висновок про значущість коефіцієнту подано в рядку 5 табл. 2.8 – 2.18.

*Гіпотеза 2.* Всі незалежні змінні  $x_t$ ,  $t=1, \dots, T$  ( $T=169$ ) не впливають на залежну змінну.

Перевірка гіпотези зводиться до того, що перевіряється гіпотеза про рівність нулю всіх параметрів при незалежних змінних. Відповідно маємо нульову гіпотезу (2.25),  $n=12$ :

$$H_0: \alpha_i^0 = 0, i = \overline{0, n}. \quad (2.25)$$

Альтернативна гіпотеза  $H_1$ : знайдеться принаймні один параметр регресії, що не дорівнює нулю. Для перевірки гіпотези  $H_0$  розраховано величину:

$$F = \frac{q}{r} \cdot \frac{r^2}{1-r^2}, \quad (2.26)$$

де  $q$  визначається за формулою (2.23),  $n=12$  – число незалежних змінних.

Величина  $F$  підлягає закону розподілу Фішера, для перевірки гіпотези  $H_0$  використовується величина  $F_p(q_1, q_2)$  – вірогідність того, що випадкова величина  $F > F_p(q_1, q_2)$  дорівнює  $p$ , тобто

$$P\{F > F_p(q_1, q_2)\} = p, \quad (2.27)$$

тут  $q_1=n$ , де  $n$  – число незалежних змінних,  $n=12$ ,  $q_2=q$ , де  $q$  визначається за формулою (2.23).

Гіпотеза про відсутність впливу незалежних змінних на залежну приймається, якщо

$$F_{cm} < F_p(q_1, q_2), \quad (2.28)$$

У формулі (2.28) величина  $F_{cm}$  визначається за (2.26). Згідно з (2.26) розраховано  $F_p(q_1, q_2)$  для моделі (2.11) – (2.21) та наведено в табл. 2.8 – 2.18, за формулою (2.27) розраховано значущість  $P\{F\} < 0,05$ . Якщо нерівність виконується, то гіпотеза про відсутність впливу 12 незалежних змінних на залежну змінну (рівень захворюваності) відхиляється. Висновок – модель є адекватною, в протилежному разі неадекватною, результати перевірки наведено в табл. 2.19.

Таблиця 2.19

Перевірка адекватності побудованої моделі за критерієм Фішера

№ моделі	Вид захворювання:	Значення $F$	$P\{F\}$	Значимість, якщо $P\{F\} \leq 0,05$
2.11	Туберкульоз (усі форми)	66,90	8,04E-50	+
2.12	Онкологічні захворювання	63,4	1,58E-48	+
2.13	Онкологічні патології	20,30	2E-24	+
2.14	Окремі стани, що виникли в перинатальному періоді	98,17	2E-59	+
2.15	Анемії	28,46	8E-31	+
2.16	Інсульти (всі форми)	14,00	3E-18	+
2.17	Гострий інфаркт міокарду	21,12	4E-25	+
2.18	Бронхіальну астму	76,63	4E-53	+
2.19	Хвороби системи кровообігу	90,65	3E-57	+
2.20	Патологія вагітності та післяпологового періоду	55,75	2E-45	+
2.21	Бронхіт, екзема та інші хронічні загострення хвороб	87,07	3E-56	+

Визначено надійні інтервали для невідомих істинних значень параметрів регресії. Надійний інтервал визначається за формулою:

$$a_i = \hat{\alpha}_i - t_p(q) \hat{s}_{\hat{\alpha}_i} \leq \alpha_i^0 \leq \hat{\alpha}_i + t_p(q) \hat{s}_{\hat{\alpha}_i} \leq b_i. \quad (2.29)$$

Надійний інтервал накриває величину істинного  $i$ -го параметра  $\alpha_i^0$  з вірогідністю  $\nu=1-p$ ,  $\nu=0,95$ . В (2.29)  $a_i$  та  $b_i$  – верхня та нижня межі надійного інтервалу,  $\hat{s}_{\hat{\alpha}_i}$  – середня квадратична похибка  $i$ -го параметру регресії,  $t_p(q)$  визначається за формулою (2.22). Для обчислених параметрів регресії (2.11) – (2.21) визначено надійні інтервали для істинних величин параметрів регресії табл. 2.8 – 2.18, рядки 6 та 7 – нижня та верхня межі відповідно.

Проведено аналіз якості отриманої регресійної моделі при перевірці наступних гіпотез, визначено властивості оцінок параметрів регресії (2.11) – (2.21) [122]:

1. Оцінки, отримані методом найменших квадратів параметрів регресії (2.11) – (2.21), є незміщеними [122], якщо виконується припущення, що всі випадкові величини  $\varepsilon_t$ ,  $t = \overline{1, T}$ ,  $T=169$  – незалежні та мають однаковий розподіл, їх математичні сподівання дорівнюють 0, а дисперсії –  $\sigma^2$ :

$$M\{\hat{\alpha}_i\} = \alpha_i^0, i = \overline{1, n}, \quad (2.30)$$

2. Якщо випадкові величини  $\varepsilon_t$  в (2.6) для  $t = \overline{1, T}$ ,  $T=169$  мають нормальний закон розподілу і при цьому їхні функції розподілу однакові, то оцінки розподілені нормально і є ефективними в класі лінійних незміщених оцінок [122; 129].

3. Нехай поведінка незалежних змінних відповідає такому припущенню: при кількості спостережень  $T \rightarrow \infty$  величина

$$R_{ij} = \sum_{t=1}^T \frac{x_{it}x_{jt}}{T} \rightarrow R_{ij}^0, i, j = \overline{1, T}.$$

Отримані оцінки параметрів (2.11) – (2.21) є спроможними.

Перевірено розраховані залишки моделі (2.11) – (2.21) на нормальний закон розподілу:

$$\hat{\varepsilon}_t = y_t - \hat{y}_t \quad (2.31)$$

де  $y_t$  – фактичні значення рівня захворюваності,  $\hat{y}_t$  – розраховані за рівняннями (2.11) – (2.21) показники рівня захворюваності,  $t = \overline{1, T}$ ,  $T=169$ .

Для перевірки гіпотези про розподіл залишків  $\hat{\varepsilon}_t$  за нормальним законом було висунуто гіпотези:

$H_0$ : залишки  $\hat{\varepsilon}_t$  розподілені за нормальним законом розподілу;

$H_1$ : залишки  $\hat{\varepsilon}_t$  не розподілені за нормальним законом розподілу.

Перевірено гіпотезу про вигляд закону розподілу за допомогою критерію згоди, для цього розраховано величину:

$$\hat{K} = \frac{T}{6} \hat{A}s^2 + \frac{n}{24} \hat{E}k^2, \quad (2.32)$$

де  $T$  – обсяг вибірки ( $T=169$ ),  $\hat{A}s$  – оцінка коефіцієнта асиметрії,  $\hat{E}k$  – оцінка коефіцієнта ексцесу.

Було висунуто нульову гіпотезу:

$$H_0 : \hat{K} = \frac{T}{6} \hat{A}s^2 + \frac{n}{24} \hat{E}k^2 = 0. \quad (2.33)$$

Альтернативна гіпотеза  $H_1 : \hat{K} \neq 0$ . Гіпотеза  $H_0$  про нормальний закон розподілу приймається з рівнем значущості  $p$ , якщо виконується умова:

$$K_{cm} = \hat{K} < X_p^2, \quad (2.34)$$

де  $K_{cm}$  обчислено за формулою (2.32). В табл. 2.20 наведено значення  $K_{cm}$  розраховані для залишків  $\hat{\varepsilon}_t$  моделі (2.11) – (2.21), значення  $X_p^2$  при  $p < 0,05$  та

зроблено висновок про нормальний закон розподілу залишків  $\hat{\varepsilon}_i$ , якщо  $K_{cm} < X_p^2$ .

З даних, наведених у табл. 2.20, випливає, що для побудованої моделі (2.11) – (2.21) залишки  $\hat{\varepsilon}_i$  розподілені за нормальним законом розподілу.

Таким чином, оцінки, отримані методом найменших квадратів параметрів регресії моделі (2.11) – (2.21), є незміщеними та ефективними. Властивість незміщеності та ефективності залишається, навіть якщо декілька коефіцієнтів регресії є статистично незначущими [122].

Таблиця 2.20

Перевірка гіпотези про нормальний закон розподілу залишків  $\hat{\varepsilon}_i$

№ моделі	Вид захворювання:	$K_{cm}$	$X_p^2$	Висновок про нормальний закон розподілу, якщо $K_{cm} < X_p^2$
2.11	Туберкульоз (усі форми)	5,23	5,99	+
2.12	Онкологічні захворювання	1,24	5,99	+
2.13	Онкологічні патології	1,25	5,99	+
2.14	Окремі стани, що виникли в перинатальному періоді	1,88	5,99	+
2.15	Анемії	1,98	5,99	+
2.16	Інсульти (всі форми)	0,7	5,99	+
2.17	Гострий інфаркт міокарду	5,6	5,99	+
2.18	Бронхіальну астму	2,1	5,99	+
2.19	Хвороби системи кровообігу	5,71	5,99	+
2.20	Патологія вагітності та післяпологового періоду	5,4	5,99	+
2.21	Бронхіт, екзема та інші хронічні загострення хвороб	1,89	5,99	+

### 2.3.2. Модель з обмеженнями на параметри

Відповідно до лінійної регресійної моделі (2.11) – (2.21) зроблено такі висновки: вільний член регресії – статистично значущий, в деяких рівняннях моделі він має від’ємне значення, що не відповідає змісту – рівню захворюваності, що не залежить від екологічних факторів. Для змістовної інтерпретації отримані оцінки параметрів регресії мають недоліки. Якщо викиди забруднюючих речовин будуть дорівнювати нулю, то розрахований рівень захворюваності на онкологічні патології згідно з побудованою моделлю становитиме 176,77 осіб на 10 тис. населення, тобто буде перевищувати фактичні дані рівня захворюваності – близько 168,88 осіб на 10 тис. населення відповідно до даного виду захворюваності. До того ж рівень захворюваності на такі хвороби, як патологія вагітності, анемії, гострий інфаркт міокарду, бронхіальна астма, хвороби систем кровообігу, буде від’ємним, бо значення

вільного члену – це рівень захворюваності, що не залежить від екологічних факторів.

Згідно з рекомендаціями, наведеними в [112], вільний член повинен дорівнювати не менше ніж третині кількості хворих для кожного виду захворювання, але бути не більше за фактичний загальний рівень захворюваності, а також бути додатним. Частина оцінок параметрів регресії має від’ємне значення, що не відповідає логіці впливу забруднення. Оцінки параметрів лінійної регресійної моделі визначення рівня захворюваності не повинні бути від’ємними, бо кожен вид забруднення негативно впливає на здоров’я населення.

Таким чином, для вирішення задач дослідження побудовано модель залежності рівня захворюваності населення від рівня забруднення водного середовища стічними водами гірничорудних підприємств, що враховує інформацію про вплив факторів техногенного забруднення та факторів неекологічного походження. Для побудови складової, що акумулює вплив на захворюваність факторів неекологічного походження (економічних, соціальних, спадкових, мультифакторних), використано попереднє значення рівня захворюваності, тобто побудовано нелінійну авторегресійну модель.

Модель оцінювання параметрів регресії залежності рівня захворюваності населення м. Кривий Ріг внаслідок забрудненням природного середовища міста має вигляд:

$$y_t = \alpha_0^0 + \alpha_1^0 x_{t1} + \alpha_2^0 x_{t2} + \dots + \alpha_n^0 x_{tm} + \varepsilon_t = x_t \alpha^0 + \varepsilon_t, \quad t = \overline{1, T}, \quad (2.35)$$

де  $\alpha^0$  та  $x_t$  є  $(n+1)$ -вимірними векторами відповідно оцінок параметрів регресії та незалежних змінних,  $T=169$ ,  $n=12$ .

На параметри регресії накладено обмеження  $A\alpha^0 \leq B$ , для знаходження оцінок параметрів регресії розв’язано задачу:  $\alpha' R \alpha - 2\alpha' X' Y \rightarrow \min$ , де матриця  $R = X' X$ ,  $X = \{x_t\}$  – показники концентрації забруднюючих речовин у водному середовищі регіону;  $Y = \{y_t\}$  – рівень захворюваності, спричиненої техногенним

забрудненням природного середовища; діагональна матриця  $A = \begin{pmatrix} -1 & 0 & \dots & 0 \\ 0 & -1 & \dots & 0 \\ \dots & \dots & \dots & \dots \\ 0 & 0 & \dots & -1 \end{pmatrix}$

– розмірністю  $(n+1) \times (n+1)$ ,  $B = \begin{pmatrix} 0,3Y \\ 0 \\ \dots \\ 0 \end{pmatrix}$  – матриця розмірністю  $(n+1) \times 1$ ,  $T=169$ ,

$n=12$ ,  $t = \overline{1, T}$ ; ' – операція транспонування.

Оцінки параметрів лінійної регресійної моделі залежності рівня захворюваності населення Кривого Рогу у 2000 – 2012 рр. від рівня забруднення водного середовища має вигляд  $y_t = \alpha_0^0 + \alpha_1^0 x_{t1} + \alpha_2^0 x_{t2} + \dots + \alpha_n^0 x_{tm} + \varepsilon_t = x_t \alpha^0 + \varepsilon_t$ ,  $t = \overline{1, T}$ ,  $T=169$ , при надійній ймовірності  $p \leq 0,05$ . З обмеженнями на параметри та вільний член (2.35) за допомогою

програмного середовища Mathcad 15 розраховано рівень захворюваності відповідно до видів захворювань:

1. Туберкульоз (усі форми):

– лінійна регресійна модель з обмеженнями на параметри апроксимації рівня захворюваності на туберкульоз:

$$Y_1=9,4+0,037x_1+1,18x_4+0,14x_5+0,91x_6+0,52x_9. \quad (2.36)$$

2. Онкологічні захворювання:

Лінійна регресійна модель з обмеженнями на параметри апроксимації рівня захворюваності на онкологічні захворювання:

$$Y_2=152+0,22x_1+12,91x_4+2,22x_5+11,94x_6+189,05x_7+13,37x_9+0,45x_{10}+3,78x_{11}. \quad (2.37)$$

3. Онкологічні патології:

– лінійна регресійна модель з обмеженнями на параметри апроксимації рівня захворюваності на онкологічні патології:

$$Y_3=139,11+4,38x_4+8,48x_7+0,11x_{11}+0,000001x_{12}. \quad (2.38)$$

4. Окремі стани, що виникли в перинатальному періоді:

– лінійна регресійна модель з обмеженнями на параметри апроксимації рівня захворюваності дитячого населення на окремі стани, що виникли в перинатальному періоді у віці до 14 років:

$$Y_4=42,3+0,14x_1+3,51x_4+0,27x_5+6,41x_6+52,45x_7+1,8x_9. \quad (2.39)$$

5. Анемії:

– лінійна регресійна модель з обмеженнями на параметри апроксимації рівня захворюваності на анемії:

$$Y_5=19,0+0,07x_1+1,99x_6+0,45x_9+0,63x_{11}. \quad (2.40)$$

6. Інсульти (всі форми):

– лінійна регресійна модель з обмеженнями на параметри апроксимації рівня захворюваності на інсульт:

$$Y_6=6,14+0,007x_2+0,1x_4+11,34x_7+0,29x_9+0,004x_{10}+0,19x_{11}. \quad (2.41)$$

7. Гострий інфаркт міокарду:

– лінійна регресійна модель з обмеженнями на параметри апроксимації рівня захворюваності на гострий інфаркт міокарду:

$$Y_7=4,3+0,53x_4+35,65x_7+0,09x_8+0,32x_9+0,15x_{12}. \quad (2.42)$$

8. Бронхіальна астма:

– лінійна регресійна модель з обмеженнями на параметри апроксимації рівня захворюваності на бронхіальну астму:

$$Y_8=36,0+0,13x_1+0,92x_3+13,11x_6+0,81x_9. \quad (2.43)$$

9. Хвороби системи кровообігу:

– лінійна регресійна модель з обмеженнями на параметри апроксимації рівня захворюваності на хвороби системи кровообігу:

$$Y_9=154,0+0,37x_1+28,4x_4+60,04x_6+59,36x_7. \quad (2.44)$$

10. Патологію вагітності:

– лінійна регресійна модель з обмеженнями на параметри апроксимації рівня захворюваності на патологію вагітності:

$$Y_{10}=125,04+0,25x_1+0,002x_2+3,42x_5+18,15x_6+12,77x_9. \quad (2.45)$$

11. Бронхіт, екзема та інші загострення хвороб:

– лінійна регресійна модель з обмеженнями на параметри апроксимації рівня захворюваності на бронхіт, екзему та інші загострення хвороб:

$$Y_{11} = 130,0 + 0,33x_1 + 6,21x_4 + 0,45x_5 + 30,12x_6 + 122,96x_7 + 9,62x_9. \quad (2.46)$$

де  $Y_i, i = \overline{1,11}$  – рівень захворюваності відповідно до видів захворювань, (осіб на 10 тис. населення);  $x_1$  – концентрація хлоридів, мг/дм<sup>3</sup>;  $x_2$  – концентрація сульфатів, мг/дм<sup>3</sup>;  $x_3$  – показник мінералізації, мг/дм<sup>3</sup>;  $x_4$  – біохімічне споживання кисню (БСК<sub>5</sub>), мг/дм<sup>3</sup>;  $x_5$  – концентрація нітратів, мг/дм<sup>3</sup>;  $x_6$  – концентрація нітритів, мг/дм<sup>3</sup>;  $x_7$  – концентрація нафтопродуктів, мг/дм<sup>3</sup>;  $x_8$  – концентрація фосфатів, мг/дм<sup>3</sup>;  $x_9$  – вміст розчинного кисню, мг/дм<sup>3</sup>;  $x_{10}$  – хімічне споживання кисню (ХСК), мг/дм<sup>3</sup>;  $x_{11}$  – рівень рН, мг/дм<sup>3</sup>;  $x_{12}$  – вміст завислих речовин, мг/дм<sup>3</sup>.

### 2.3.3. Нелінійна модель, що враховує вплив факторів неекологічного походження

У лінійній регресійній моделі апроксимації рівня захворюваності населення міста Кривого Рогу у вигляді  $y_t = \alpha_0^0 + \alpha_1^0 x_{t1} + \alpha_2^0 x_{t2} + \dots + \alpha_n^0 x_{tm} + \varepsilon_t = x_t \alpha^0 + \varepsilon_t, t = \overline{1, T}, T = 169$  вплив множини факторів неекологічного походження на рівень захворюваності акумулюється в компоненті  $\varepsilon_t$  – шумі та вільному члені моделі (2.36) – (2.46). Для більш точної апроксимації необхідно визначити вигляд  $\varepsilon_t = \hat{y}_t - y_t$ .

Слід врахувати апріорну інформацію про фактори, які впливають на рівень захворюваності, а саме: на рівень захворюваності наступного періоду впливає рівень захворюваності попереднього. Оскільки складова  $\varepsilon_t$  та вільний член акумулюють вплив на захворюваність факторів неекологічного походження (економічних, соціальних, спадкових, мультикомплексних), то для побудови використано попереднє значення рівня захворюваності, тобто побудовано авторегресійну нелінійну модель у вигляді  $\varepsilon_t = f(\varepsilon_{t-1})$ . Отже задача перша – підібрати такий вид функції, яка б своєю формою відповідала основним формам періодичних і неперіодичних залежностей процесів. Друга – визначити коефіцієнти обраної функції за вибіркою статистичних даних.

Модель апроксимації складової, що акумулює вплив на захворюваність факторів неекологічного походження, повинна мати не тільки періодичні функції, але й експоненціальні та степеневі [132], тому була обрана така:

$$\varepsilon_t = A \varepsilon_{t-1}^B + C(1 - e^{D\varepsilon_{t-1}}) \sin(E \varepsilon_{t-1}^F + G) + H, \quad (2.47)$$

де  $\varepsilon_{t-1}$  – значення складової, що акумулює вплив на захворюваність факторів неекологічного походження за  $t-1$  період,  $\varepsilon_t$  – значення складової, що акумулює вплив на захворюваність факторів неекологічного походження за  $t$ -й період,  $A$  –  $H$  – константи,  $e$  – основа натурального логарифму,  $t = \overline{1, T}, T = 169$ .

Вирішення поставленої задачі ускладнюється тим, що не існує таких математичних перетворень, які б дозволили лінеаризувати (2.47), щоб потім

отримати значення констант  $A - H$  методом регресії або найменших квадратів [132]. Тому був застосований наступний оптимізаційний підхід:

1. Встановити довільні значення констант  $A - H$ .
2. Для всіх значень аргументу  $i$  довільних значень констант розрахувати величину  $\varepsilon_i$  за формулою (2.47), яку позначено як  $\varepsilon_{ip}$ .
3. Для кожного значення функції знайти  $(\varepsilon_{ip} - \varepsilon_{i\phi})^2$ , де  $\varepsilon_{i\phi}$  – фактичне значення, отримане за статистичними даними.
4. Вирішити оптимальну задачу з функціоналом:

$$\sum_{i=1}^T (\varepsilon_{ip} - \varepsilon_{i\phi})^2 \rightarrow 0, \quad (2.48)$$

а параметрами, що змінюються, будуть константи  $A - H$ .

Вже перші розрахунки за допомогою функції «Пошук рішень» електронних таблиць Microsoft Office Excel 2007 показали, що константи  $E$  та  $G$  в (2.47) визначаються як нулі у випадку, коли амплітуда синусоїди менше ніж середнє значення функції у 3 – 10 разів. Тому для збільшення точності розрахунку, рекомендується встановлювати обмеження на значення констант за такими правилами:

1. На графіку, який було побудовано за статистичними даними, виділяється елемент кривої, що нагадує синусоїду, і знаходиться проміжок значень аргументу, на якому ця синусоїда здійснює повне коливання –  $\Delta x$ . Тоді, для константи  $E$  треба встановити наступне обмеження:

$$E \leq (0,5 - 1,5) 2\pi/\Delta\varepsilon_i. \quad (2.49)$$

2. Початкові значення констант  $B$  та  $F$  рекомендується встановити рівними одиниці, а константа  $H$  – середньому арифметичному статистичного значення функції, константи –  $D = 0,05$ ;  $A=0$ .

3. Константа  $C$  визначається з максимальної амплітуди  $\Delta y$  тієї частини графіку, яка визначена як синусоїдальна, і має обмеження:

$$C \approx (0,4 - 0,6) \Delta y. \quad (2.50)$$

Оскільки формула (2.47) не дає бажаного результату, якщо якесь число зі статистичної вибірки має від’ємне значення (константи  $B$  та  $F$  можуть бути дробовими, а отже, жодне значення аргументу не може бути від’ємним, бо воно знаходиться через логарифмування), то до значень статистичної вибірки  $\varepsilon_i$  було додано число, що більше ніж найбільше за модулем від’ємне значення аргументу.

Побудовано таблиці значень шуму  $\varepsilon_{t-1}, \varepsilon_{t-2}, \varepsilon_{t-3}, \dots$  та знайдено коефіцієнти парної кореляції, для найбільшого значущого коефіцієнта парної кореляції, розраховано оцінки параметрів за формулою (2.47).

За (2.47) одержано подані нижче оцінки параметрів нелінійної авторегресійної моделі апроксимації шуму моделі (2.36) – (2.46).

Формулу авторегресійної функції (2.51) рівня шуму лінійної регресійної моделі (2.36) побудовано від найбільшого за значущістю коефіцієнта кореляції:

$$\varepsilon_{it} = 1,12\varepsilon_{t-1}^{0,84} + 1,50(1 - e^{-2,27\varepsilon_{t-1}})\sin(0,001\varepsilon_{t-1}^{0,87} - 7,62) + 3,49, \quad (2.51)$$



На рис. 2.6 представлено апроксимацію рівня шуму за формулою (3.43):

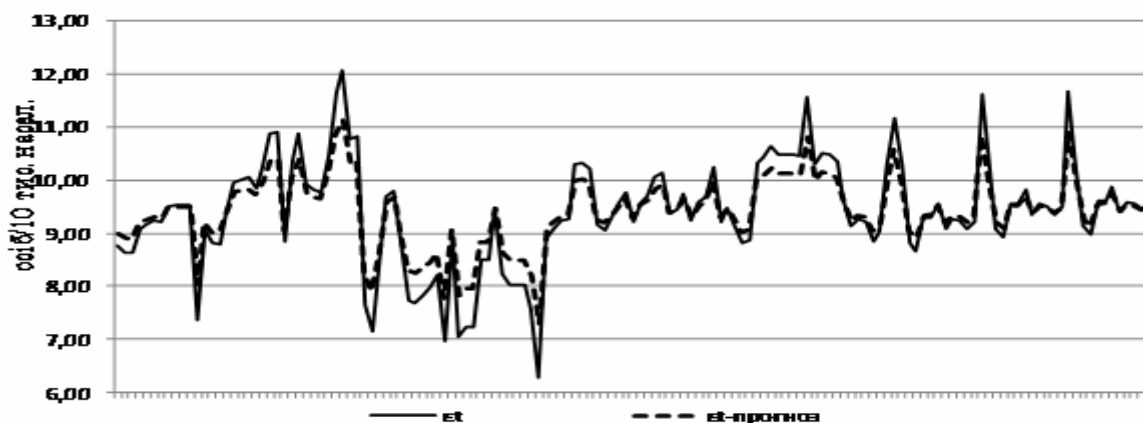


Рис. 2.6. Крива апроксимації різниці  $Y_1 - Y_{\phi 1}$  моделі (2.36)

Результуюча економіко-математична модель апроксимації рівня захворюваності на туберкульоз, що враховує апріорну інформацію про вплив техногенного забруднення (2.36) та рівень шуму (2.51), має вигляд:

$$Y_t = 0,037x_1 + 1,18x_4 + 0,14x_5 + 0,91x_6 + 0,52x_9 + 1,12\varepsilon_{t-1}^{0,84} + 1,5(1 - e^{-2,27\varepsilon_{t-1}}) \sin(0,001\varepsilon_{t-1}^{0,87} - 7,62) + 3,49. \quad (2.52)$$

При цьому коефіцієнт детермінації дорівнює 0,91. Виконано розрахунок за (2.52) моделі апроксимації рівня захворюваності на туберкульоз населення м. Кривий Ріг у 2000 – 2012 рр. і побудовано криву (рис. 2.7).

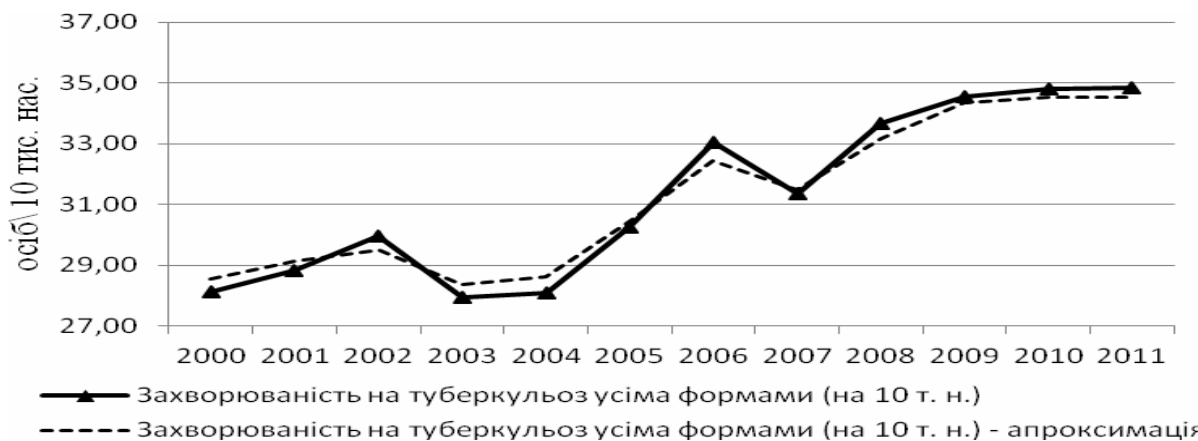


Рис 2.7. Крива апроксимації рівня захворюваності на туберкульоз населення м. Кривий Ріг у 2000 – 2012 рр.

Розраховано авторегресійну функцію різниці  $Y_2 - Y_{\phi 2}$  для моделі (2.37) рівня захворюваності на онкологічні захворювання. Формулу авторегресійної функції (2.53) різниці  $Y_2 - Y_{\phi 2}$  лінійної регресійної моделі (2.37) побудовано від найбільшого за значущістю коефіцієнта кореляції:

$$\varepsilon_t = 0,13\varepsilon_{t-1}^{1,3} - 90,48(1 - e^{-0,36\varepsilon_{t-1}}) \sin(-7,75\varepsilon_{t-1}^{23,4} - 0,48) + 20,68. \quad (2.53)$$

За (2.53) розраховано апроксимацію різниці  $Y_2 - Y_{\phi 2}$  і побудовано криву (рис. 2.8).

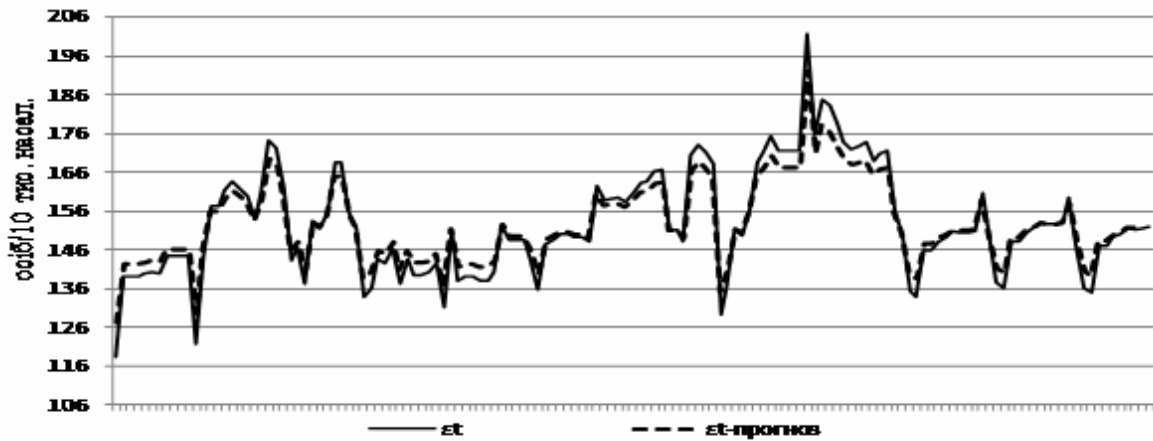


Рис. 2.8. Крива апроксимації різниці  $Y_2 - Y_{\phi_2}$  для моделі (2.37)

Результуюча економіко-математична модель апроксимації рівня захворюваності на онкологічні захворювання, що враховує апріорну інформацію про вплив техногенного забруднення на рівень захворюваності на онкологічні захворювання (2.37) та різницю  $Y_2 - Y_{\phi_2}$  (2.53), має вигляд:

$$Y_2 = 0,22x_1 + 12,91x_4 + 2,22x_5 + 11,94x_6 + 189,05x_7 + 13,37x_9 + 0,45x_{10} + 3,78x_{11} + 0,13\varepsilon_{t-1}^{1,3} - 90,48(1 - e^{-0,36\varepsilon_{t-1}}) \sin(-7,75\varepsilon_{t-1}^{23,4} - 0,48) + 20,68. \quad (2.54)$$

При цьому коефіцієнт детермінації дорівнює 0,96. За (2.54) розраховано регресійну модель апроксимації рівня захворюваності на онкологічні захворювання населення м. Кривий Ріг у 2000 – 2012 рр. та побудовано криву (рис. 2.=).

Формулу авторегресійної функції (2.55) апроксимації рівня шуму лінійної регресійної моделі (2.38) побудовано від найбільшого за значущістю коефіцієнта кореляції:

$$\varepsilon_t = 7,13\varepsilon_{t-1}^{0,36} + 20,33(1 - e^{0,04\varepsilon_{t-1}}) \sin(-0,02 \varepsilon_{t-1}^{-0,02} + 0,01) + 79,04. \quad (2.55)$$

Побудовано криву апроксимації різниці  $Y_3 - Y_{\phi_3}$  для моделі (2.38) за формулою (2.55), рис. 2.10.



Рис. 2.9. Крива апроксимації рівня захворюваності на онкологічні захворювання населення м. Кривий Ріг у 2000 – 2012 рр.

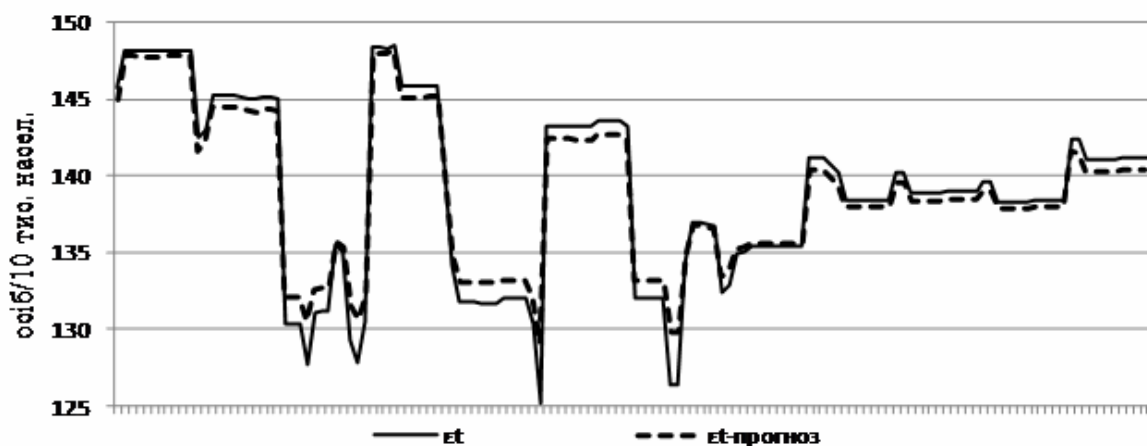


Рис. 2.10. Крива апроксимації різниці  $Y_3 - Y_{\phi_3}$  для моделі (2.38)

Результуюча економіко-математична модель апроксимації рівня захворюваності на онкологічні патології, що враховує апріорну інформацію про вплив техногенного забруднення на рівень захворюваності на онкологічні патології (2.38) та різницю  $Y_3 - Y_{\phi_3}$  (2.55), має вигляд:

$$Y_3 = 4,38x_4 + 8,48x_7 + 0,11x_{11} + 0,000001x_{12} + 7,13\varepsilon_{t-1}^{0,36} + 20,33(1 - e^{-0,04\varepsilon_{t-1}})\sin(-0,02\varepsilon_{t-1}^{-0,02} + 0,01) + 79,04. \quad (2.56)$$

При цьому коефіцієнт детермінації дорівнює 0,97. За (2.56) розраховано регресійну модель апроксимації рівня захворюваності на онкологічні патології населення м. Кривий Ріг у 2000 – 2012 рр. та побудовано криву (рис. 2.11).



Рис. 2.11. Крива апроксимації рівня захворюваності на онкологічні патології населення Кривого Рогу у 2000 – 2012 рр.

Формулу авторегресійної функції апроксимації різниці  $Y_4 - Y_{\phi_4}$  лінійної регресійної моделі (2.39) побудовано від найбільшого за значущістю коефіцієнта кореляції:

$$\varepsilon_t = 0,56\varepsilon_{t-1}^{1,07} + 14,61(1 - e^{-0,005\varepsilon_{t-1}})\sin(-0,0001\varepsilon_{t-1}^{2,7} + 0,17) + 11,57. \quad (2.57)$$

Побудовано криву апроксимації різниці  $Y_4 - Y_{\phi_4}$  для моделі (2.39), рис. 2.12.

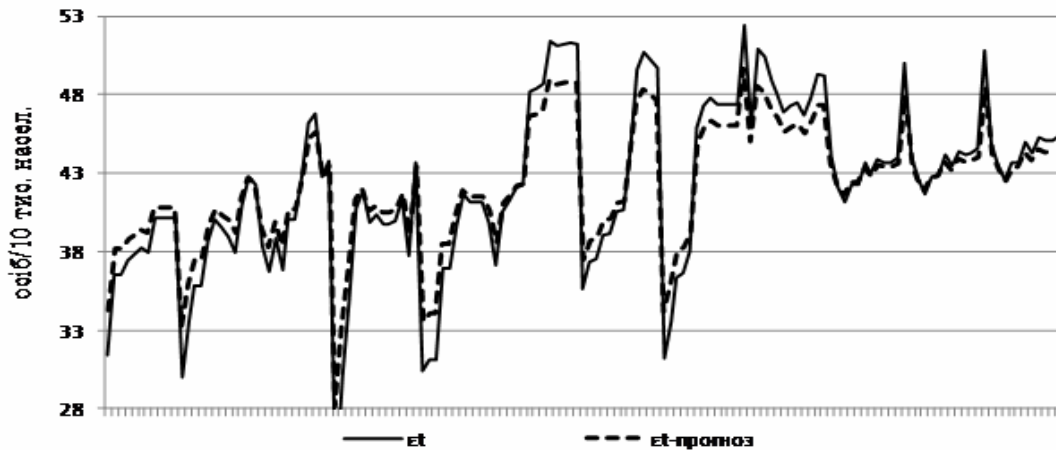


Рис. 2.12. Крива апроксимації різниці  $Y_4 - Y_{\phi 4}$  для моделі (2.39)

Результуюча економіко-математична модель, що враховує апріорну інформацію про вплив техногенного забруднення на рівень захворюваності на окремі стани, що виникли в перинатальному періоді у дитячого населення у віці до 14 років по м. Кривий Ріг у 2000 – 2012 рр. (2.39) та різницю  $Y_4 - Y_{\phi 4}$  (2.57) має вигляд:

$$Y_4 = 0,14x_1 + 3,51x_4 + 0,27x_5 + 6,41x_6 + 52,45x_7 + 1,8x_9 + 0,56\varepsilon_{t-1}^{1,07} + 14,61(1 - e^{-0,005\varepsilon_{t-1}})\sin(-0,0001\varepsilon_{t-1}^{2,7} + 0,17) + 11,57. \quad (2.58)$$

При цьому коефіцієнт детермінації дорівнює 0,98. За (2.58) побудовано регресійну модель апроксимації рівня захворюваності на окремі стани, що виникли в перинатальному періоді у дитячого населення у віці до 14 років по м. Кривий Ріг у 2000 – 2012 рр. та побудовано криву (рис. 2.13)



Рис. 2.13. Крива апроксимації рівня захворюваності на окремі стани, що виникли в перинатальному періоді у дитячого населення у віці до 14 років по м. Кривий Ріг у 2000 – 2012 рр.

Формулу авторегресійної функції апроксимації різниці  $Y_5 - Y_{\phi 5}$  лінійної регресійної моделі (2.40) побудовано від найбільшого за значущістю коефіцієнта кореляції:

$$\varepsilon_t = 0,84\varepsilon_{t-1} + 0,67(1 - e^{-2,27\varepsilon_{t-1}})\sin(0,24\varepsilon_{t-1}^{2,64} - 2) + 3,15. \quad (2.59)$$

За (2.59) розраховано апроксимацію різниці  $Y_5 - Y_{\phi 5}$  і побудовано криву (рис.2.14).

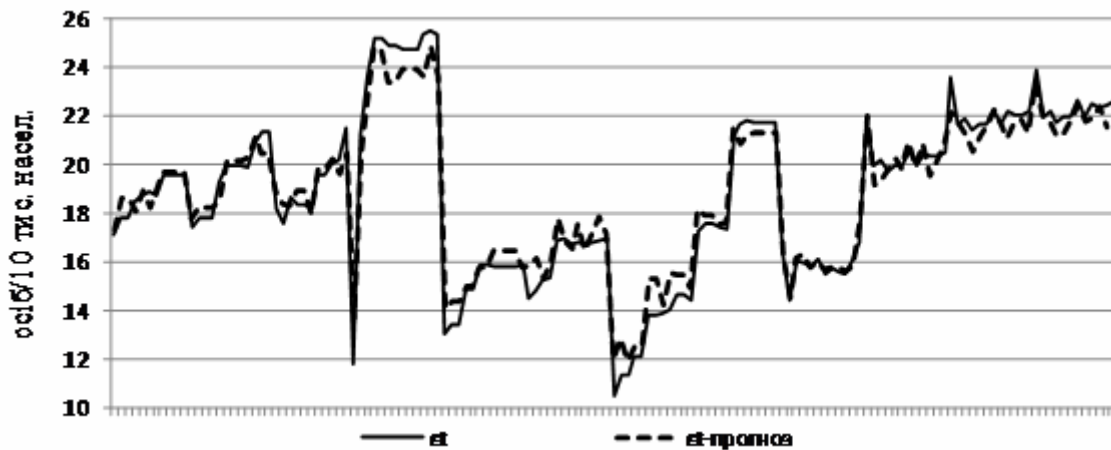


Рис. 2.14. Крива апроксимації різниці  $Y_5 - Y_{\phi 5}$  для моделі (2.40)

Результуюча економіко-математична модель, що враховує апріорну інформацію про вплив техногенного забруднення на рівень захворюваності на анемії населення м. Кривий Ріг у 2000 – 2012 рр. (2.40) та різницю  $Y_5 - Y_{\phi 5}$  (2.59), має вигляд:

$$Y_5 = 0,07x_1 + 1,99x_6 + 0,45x_9 + 0,63x_{11} + 0,84\varepsilon_{t-1} + 0,67(1 - e^{-2,27\varepsilon_{t-1}})\sin(0,24\varepsilon_{t-1}^{2,64} - 2) + 3,15. \quad (2.60)$$

При цьому коефіцієнт детермінації дорівнює 0,94. За (2.60) розраховано регресійну модель апроксимації рівня захворюваності на анемії по м. Кривий Ріг у 2000 – 2012 рр. та побудовано криву (2.20).

Розраховано авторегресійну функцію різниці  $Y_6 - Y_{\phi 6}$  для моделі (2.41) рівня захворюваності на інсульти (всі форми) і побудовано діаграму (рис. 2.16).

Формулу авторегресійної функції апроксимації різниці  $Y_6 - Y_{\phi 6}$  лінійної регресійної моделі (2.41) побудовано від найбільшого за значущістю коефіцієнта кореляції:

$$\varepsilon_t = 1,62\varepsilon_{t-1}^{0,48} + 0,96(1 - e^{-2,36\varepsilon_{t-1}})\sin(-0,01\varepsilon_{t-1}^{3,02} - 1,93) + 2,02. \quad (2.61)$$

За (2.61) розраховано апроксимацію різниці  $Y_6 - Y_{\phi 6}$  і побудовано криву (рис. 2.15).



Рис. 2.15. Крива апроксимації рівня захворюваності на анемії населення м. Кривий Ріг у 2000 – 2012 рр.

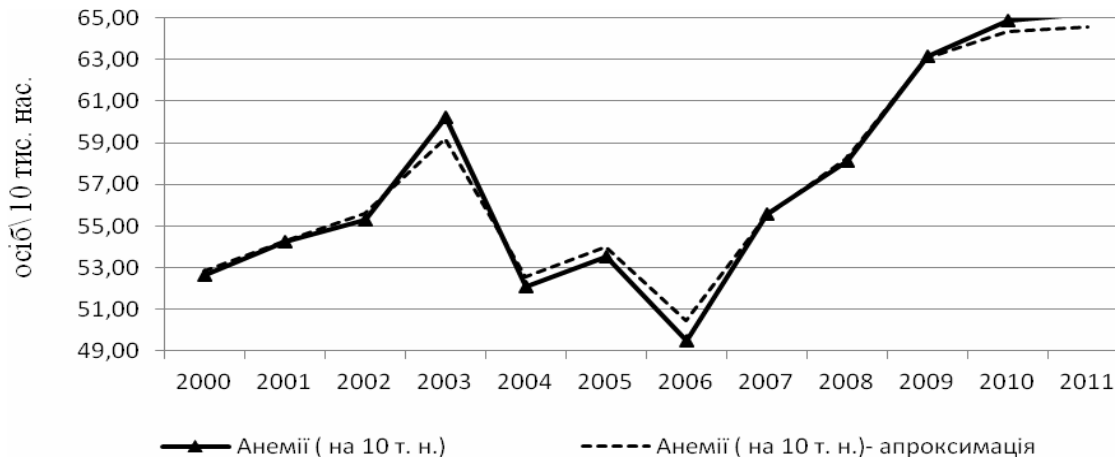


Рис. 2.16. Діаграма авторегресійної функції різниці  $Y_6 - Y_{\phi_6}$  для моделі (2.41)

Результуюча економіко-математична модель, що враховує апріорну інформацію про вплив техногенного забруднення на рівень захворюваності на інсульти (усі форми) населення м. Кривий Ріг у 2000 – 2012 рр. (2.41) та різницю  $Y_6 - Y_{\phi_6}$  (2.61) має вигляд:

$$Y_6 = 0,007x_2 + 0,1x_4 + 11,34x_7 + 0,29x_9 + 0,004x_{10} + 0,19x_{11} + 1,62\varepsilon_{t-1}^{0,48} + 0,96(1 - e^{-2,36\varepsilon_{t-1}}) \sin(-0,01\varepsilon_{t-1}^{3,02} - 1,93) + 2,02. \quad (2.62)$$

При цьому коефіцієнт детермінації дорівнює 0,96. За (2.62) виконано розрахунок регресійної моделі апроксимації рівня захворюваності на інсульти (усі форми) населення м. Кривий Ріг у 2000 – 2012 рр. та побудовано криву (рис. 2.17).

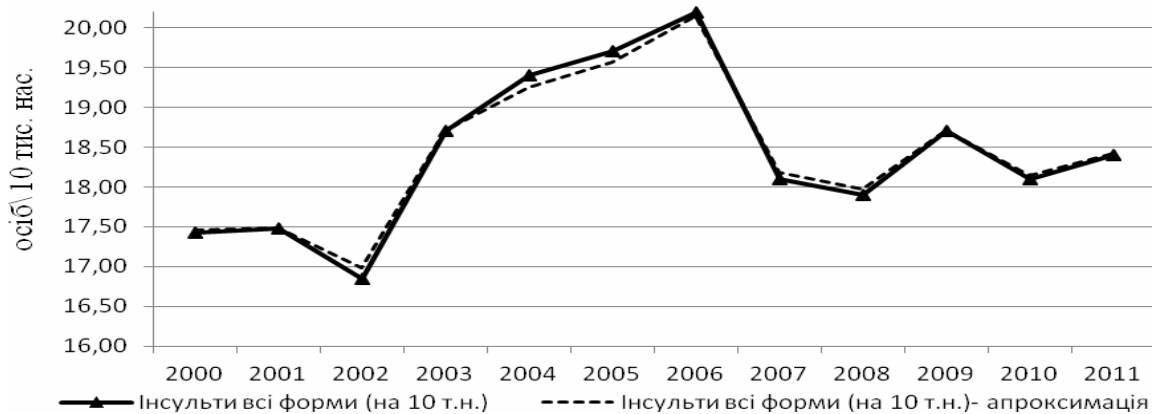


Рис. 2.17. Крива апроксимації рівня захворюваності на інсульти (усі форми) населення м. Кривий Ріг у 2000 – 2012 рр.

Формулу авторегресійної функції апроксимації різниці  $Y_7 - Y_{\phi_7}$  лінійної регресійної моделі (2.42) побудовано від найбільшого за значущістю коефіцієнта кореляції:

$$\varepsilon_t = -12,81\varepsilon_{t-1}^{-0,38} + 0,00001(1 - e^{-2,16\varepsilon_{t-1}}) \sin(4,24\varepsilon_{t-1}^{3,43} - 27,8) + 11,70. \quad (2.63)$$

За (2.63) розраховано апроксимацію різниці  $Y_7 - Y_{\phi_7}$  і побудовано криву (рис. 2.18).



Рис. 2.18. Крива апроксимації різниці  $Y_7 - Y_{\phi 7}$  для моделі (2.42) – рівня захворюваності на гострий інфаркт міокарду

Результуюча економіко-математична модель, що враховує апріорну інформацію про вплив техногенного забруднення на рівень захворюваності на гострий інфаркт міокарду населення м. Кривий Ріг у 2000 – 2012 рр. (2.42) та різницю  $Y_7 - Y_{\phi 7}$  (2.63), має вигляд:

$$Y_7 = 0,003x_2 + 0,26x_4 + 0,05x_5 + 9,48x_7 + 0,39x_9 + 0,02x_{10} + 0,06x_{12} - 12,81\varepsilon_{t-1}^{-0,38} + 0,00001(1 - e^{-2,16\varepsilon_{t-1}})\sin(4,24\varepsilon_{t-1}^{3,43} - 27,8) + 11,70. \quad (2.64)$$

При цьому коефіцієнт детермінації дорівнює 0,98. За (2.64) розраховано регресійну модель апроксимації рівня захворюваності на гострий інфаркт міокарду населення м. Кривий Ріг у 2000 – 2012 рр. та побудовано графік (рис. 2.19).

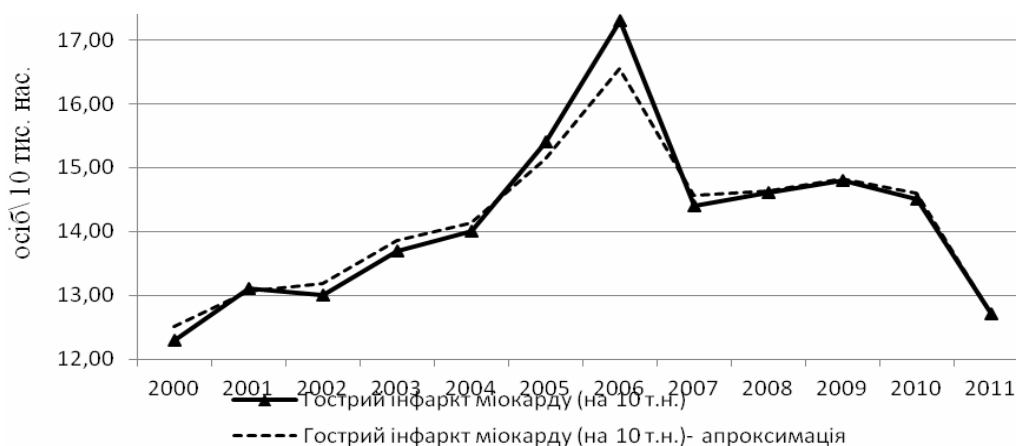


Рис. 2.19. Крива апроксимації рівня захворюваності на гострий інфаркт міокарду населення м. Кривий Ріг у 2000 – 2012 рр.

Формулу апроксимації різниці  $Y_8 - Y_{\phi 8}$  лінійної регресійної моделі (2.45) побудовано від найбільшого за значущістю коефіцієнта кореляції:

$$\varepsilon_t = 1,15\varepsilon_{t-1}^{-0,9} + 10,36(1 - e^{0,01\varepsilon_{t-1}})\sin(-0,01\varepsilon_{t-1}^{1,2} - 4,62) + 23,67. \quad (2.65)$$

За (2.65) розраховано апроксимацію різниці  $Y_8 - Y_{\phi 8}$  для моделі (2.45) і побудовано графік (рис. 2.20).

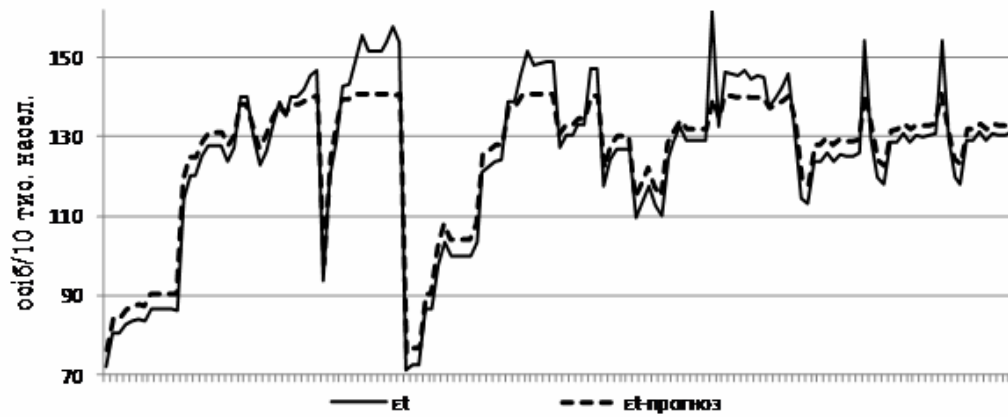


Рис. 2.20. Графік апроксимації різниці  $Y_8 - Y_{\phi 8}$  для моделі (2.45) – рівня захворюваності на гострий інфаркт міокарду

Результуюча економіко-математична модель, що враховує апріорну інформацію про вплив техногенного забруднення на рівень захворюваності на патологію вагітності та післяпологового періоду населення м. Кривий Ріг у 2000 – 2012 рр. (2.45) та різницю  $Y_8 - Y_{\phi 8}$  (2.65), має вигляд:

$$Y_8 = 0,25x_1 + 0,002x_2 + 3,42x_5 + 18,15x_6 + 12,8x_9 + 1,15\varepsilon_{t-1}^{-0,9} + 10,36(1 - e^{0,01\varepsilon_{t-1}}) \sin(-0,01\varepsilon_{t-1}^{1,2} - 4,62) + 23,67. \quad (2.66)$$

При цьому коефіцієнт детермінації дорівнює 0,995. За (2.66) розраховано регресійну модель апроксимації рівня захворюваності на патологію вагітності та післяпологового періоду у 2000 – 2012 рр. та побудовано криву (рис. 2.21).

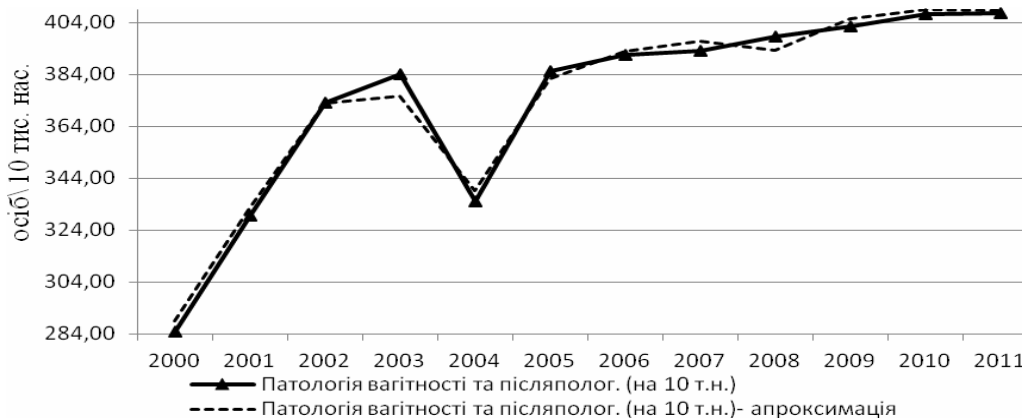


Рис. 2.21. Крива апроксимації рівня захворюваності на патологію вагітності та післяпологового періоду у 2000 – 2012 рр.

Формулу апроксимації різниці  $Y_{10} - Y_{\phi 10}$  лінійної регресійної моделі (2.46) побудовано від найбільшого за значущістю коефіцієнта кореляції:

$$\varepsilon_t = 0,26\varepsilon_{t-1}^{1,23} + 12,8(1 - e^{0,04\varepsilon_{t-1}}) \sin(0,13\varepsilon_{t-1}^{0,0005} - 0,13) + 34,24. \quad (2.67)$$

За (2.67) розраховано апроксимацію різниці  $Y_{10} - Y_{\phi 10}$  і побудовано графік (рис. 2.22).

Результуюча економіко-математична модель, що враховує апріорну інформацію про вплив техногенного забруднення на рівень захворюваності на



бронхіт, екзему та інші загострення хвороб населення м. Кривий Ріг у 2000 – 2012 рр. (2.46) та різницю  $Y_{10}-Y_{\phi 10}$  (2.67), має вигляд:

$$Y_{10}=0,33x_1+6,21x_4+0,45x_5+30,12x_6+122,96x_7+9,62x_9+0,26\varepsilon_{t-1}^{1,23}+12,8(1-e^{0,04\varepsilon_{t-1}})\sin(0,13\varepsilon_{t-1}^{0,0005}-0,13)+34,24. \quad (3.68)$$

При цьому коефіцієнт детермінації дорівнює 0,95. За (2.68) розраховано регресійну модель апроксимації рівня захворюваності на бронхіт, екзему та інші загострення хвороб населення м. Кривий Ріг у 2000 – 2012 рр. та побудовано криву (рис. 2.23).

Формулу авторегресійної функції апроксимації різниці  $Y_9-Y_{\phi 9}$  лінійної регресійної моделі (2.43) побудовано від найбільшого за значущістю коефіцієнта кореляції:

$$\varepsilon_t=0,8\varepsilon_{t-1}^{1,01}+1,65(1-e^{-2,27\varepsilon_{t-1}})\sin(1,18\varepsilon_{t-1}^{2,6}-4,12)+6,24. \quad (2.69)$$

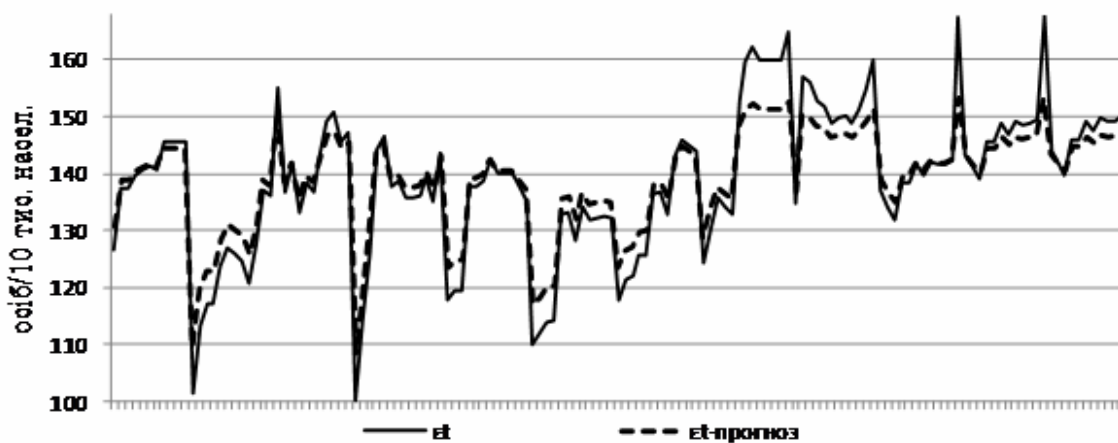


Рис. 2.22. Крива апроксимації різниці  $Y_{10}-Y_{\phi 10}$  для моделі (2.46) рівня захворюваності на бронхіт, екзему та інші загострення хвороб

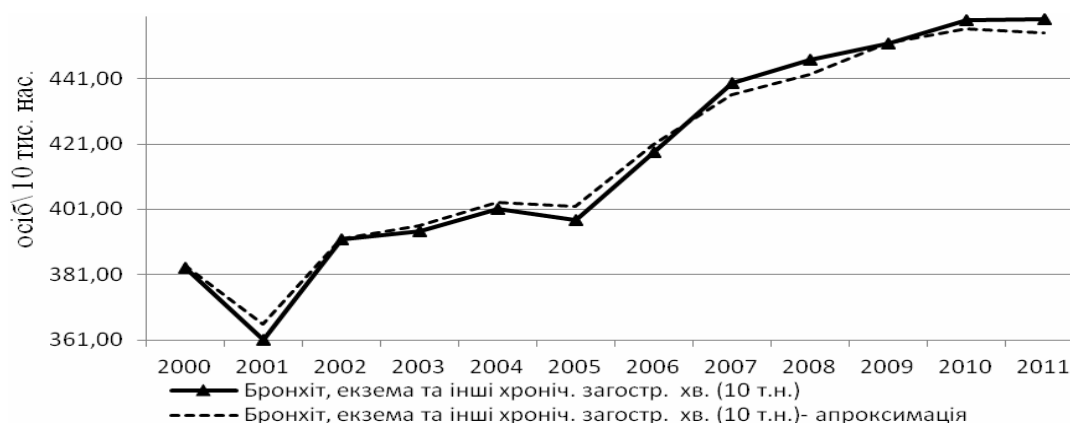


Рис. 2.23. Крива апроксимації рівня захворюваності на бронхіт, екзему та інші загострення хвороб населення м. Кривий Ріг у 2000 – 2012 рр.

За (2.69) розраховано апроксимацію різниці  $Y_9-Y_{\phi 9}$  та побудовано графік залежності (рис. 2.24).

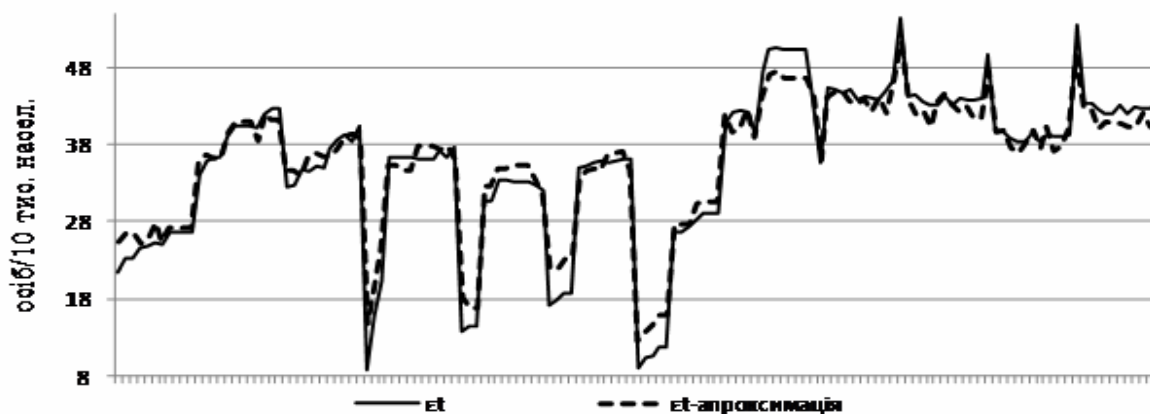


Рис. 2.24. Крива апроксимації різниці  $Y_9 - Y_{\phi 9}$  для моделі (2.43) рівня захворюваності на бронхіальну астму

Результуюча економіко-математична модель, що враховує апріорну інформацію про вплив техногенного забруднення на рівень захворюваності на бронхіальну астму населення м. Кривий Ріг у 2000 – 2012 рр. (2.43) та різниці  $Y_9 - Y_{\phi 9}$  (2.69) має вигляд:

$$Y_9 = 0,13x_1 + 0,92x_4 + 13,11x_6 + 0,81x_9 + 0,8\varepsilon_{t-1}^{1,01} + 1,65(1 - e^{-2,27\varepsilon_{t-1}})\sin(1,18\varepsilon_{t-1}^{2,6} - 4,12) + 6,24. \quad (2.70)$$

При цьому коефіцієнт детермінації дорівнює 0,97. За (2.70) розраховано регресійну модель апроксимації рівня захворюваності на бронхіальну астму населення м. Кривий Ріг у 2000 – 2012 рр. та побудовано криву (рис. 2.25).

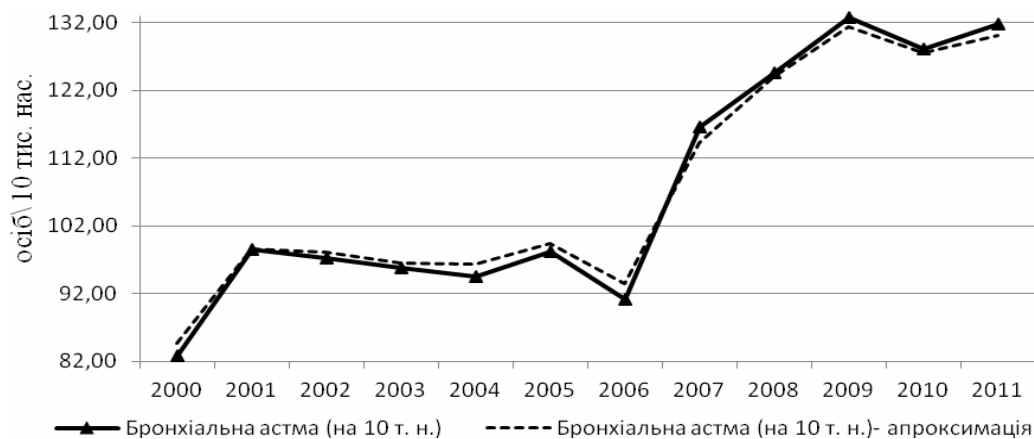


Рис. 2.25. Крива апроксимації рівня захворюваності на бронхіальну астму населення м. Кривий Ріг у 2000 – 2012 рр.

Формулу авторегресійної функції апроксимації різниці  $Y_{11} - Y_{\phi 11}$  лінійної регресійної моделі (2.44) побудовано від найбільшого за значущістю коефіцієнта кореляції:

$$\varepsilon_t = 0,25\varepsilon_{t-1}^{1,2} + 23,56(1 - e^{-1,68\varepsilon_{t-1}})\sin(-0,87\varepsilon_{t-1}^{-11,97} + 3,38) + 53,08. \quad (2.71)$$

За (2.71) розраховано апроксимацію різниці  $Y_{11}-Y_{\phi 11}$  та побудовано графік (рис. 2.26).

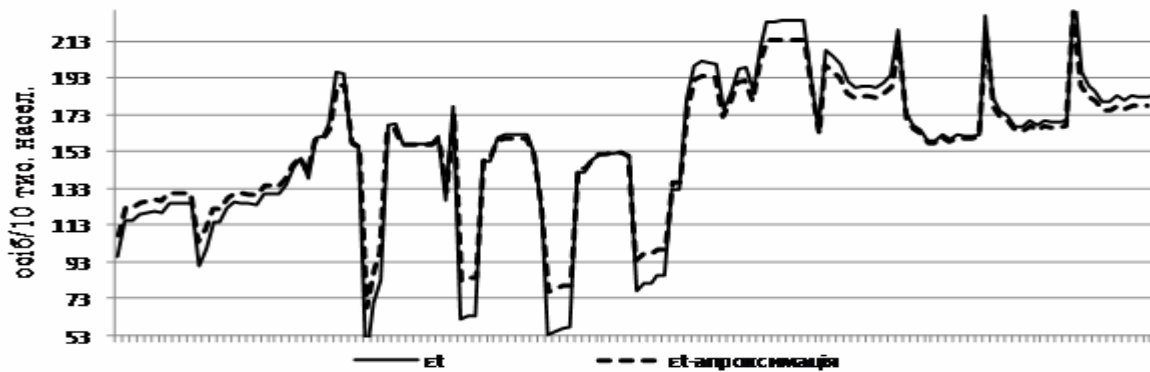


Рис. 2.26. Крива апроксимації різниці  $Y_{11}-Y_{\phi 11}$  для моделі (2.44) рівня захворюваності на хвороби системи кровообігу

Результуюча економіко-математична модель, що враховує апріорну інформацію про вплив техногенного забруднення на рівень захворюваності на хвороби системи кровообігу населення м. Кривий Ріг у 2000 – 2012 рр. (2.44) та різницю  $Y_{11}-Y_{\phi 11}$  (2.71), має вигляд:

$$Y_{11}=0,37x_1+28,4x_4+60,04x_6+59,36x_7+0,25\varepsilon_{t-1}^{1,2}+23,56(1-e^{-1,68\varepsilon_{t-1}}) \cdot \sin(-0,87\varepsilon_{t-1}^{-11,97}+3,38)+53,08. \quad (2.72)$$

При цьому коефіцієнт детермінації дорівнює 0,95. За (2.72) розраховано регресійну модель апроксимації рівня захворюваності на хвороби системи кровообігу населення м. Кривий Ріг у 2000 – 2012 рр. та побудовано криву (рис. 2.27).

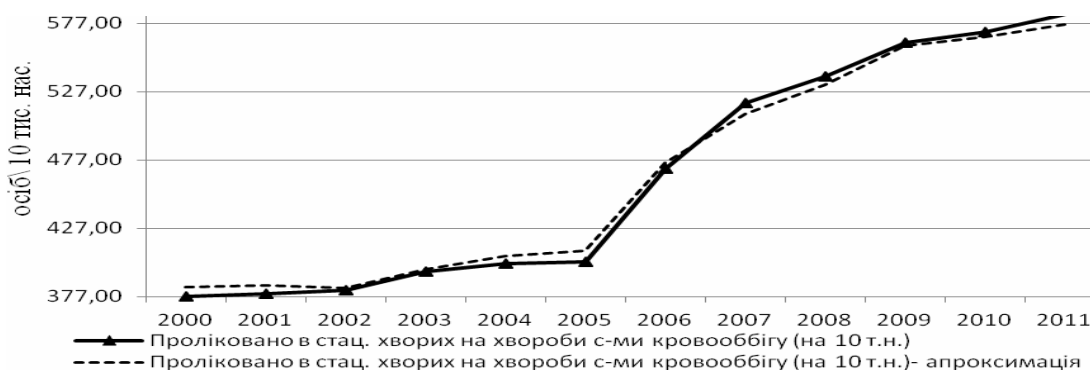


Рис. 2.27. Крива апроксимації рівня захворюваності населення на хвороби системи кровообігу м. Кривий Ріг у 2000 – 2012 рр.

Як показано вище лінійні моделі, що враховують обмеження на параметри та нелінійною апроксимацією шуму мають вищий показник детермінації порівняно з лінійними моделями, що не враховують обмеження на параметри.

Тобто точність оцінювання параметрів регресійної моделі з урахуванням обмежень буде не гірша, ніж без їх врахування.

### 3. ПРОГНОЗУВАННЯ ОБСЯГУ ЕКОНОМІЧНОГО ВІДШКОДУВАННЯ СОЦІАЛЬНОГО ЗБИТКУ ВІД ВПЛИВУ ТЕХНОГЕННОГО ЗАБРУДНЕННЯ

#### 3.1. Прогнозування обсягу соціального збитку, спричиненого забрудненням природного середовища регіону

Процес прогнозування показників розвитку України регламентується Законом України «Про державне прогнозування та розроблення програм економічного і соціального розвитку України» [135]. Відповідно до цього Закону «державне прогнозування економічного і соціального розвитку – науково обґрунтоване передбачення напрямів розвитку країни, окремих галузей економіки або окремих адміністративно-територіальних одиниць, можливого стану економіки та соціальної сфери в майбутньому. Прогноз економічного і соціального розвитку є засобом обґрунтування вибору тієї чи іншої стратегії та прийняття конкретних рішень органами законодавчої та виконавчої влади, органами місцевого самоврядування щодо регулювання соціально-економічних процесів».

За отриманими у розділі 2 даними було розраховано прогноз за регресійною моделлю (2.52) – (2.72). Рівняння прогнозу виведено з виразу (2.6) заміною в ньому істинних величин параметрів їх оцінками, отриманими методом найменших квадратів.

Подамо у векторному вигляді формули для прогнозу залежної змінної  $T+\tau$ , ( $\tau \geq 1$ ):

$$y_{T+\tau}^* = \hat{\alpha}_0 + \hat{\alpha}_1 x_{T+\tau,1}^* + \dots + \hat{\alpha}_n x_{T+\tau,n}^* \quad (3.1)$$

де  $\hat{\alpha}$  – оцінки параметрів регресії моделі,  $X_{T+\tau}^* = \begin{bmatrix} 1 \\ x_{T+\tau,1}^* \\ x_{T+\tau,1}^* \\ \dots \\ x_{T+\tau,n}^* \end{bmatrix}$  – вектор прогнозованих

значень незалежних змінних,  $T=169$  – кількість спостережень, за якими побудована регресійна модель,  $n=12$  – кількість незалежних змінних,  $\tau$  – період часу, відповідно до якого побудовано прогноз.

Важливою умовою для застосування виразу (3.1) є гіпотеза, що характеристика процесу, який прогнозують на інтервалі спостереження, зберігається і на інтервалі прогнозування, тобто параметри регресії на інтервалі  $[1, T]$  будуть такими самими і для періодів  $T+\tau$ ,  $\tau=1,2,3$ .

Використано інтервальне прогнозування – визначено похибку прогнозу та знайдено надійний інтервал, у якому із заданою надійною ймовірністю  $p \leq 0,05$  знаходиться дійсне значення прогнозованої залежної змінної. Подано вектор незалежних змінних  $x_t$  для  $\tau$  у вигляді:

$$x_{T+\tau} = x_{T+\tau}^* + \eta_{T+\tau}, \quad (3.2)$$

де  $x_{T+\tau}$  – дійсне значення регресора,  $\eta_{T+\tau}$  – похибка прогнозу  $(n+1)$ - вимірний вектор при наявності вільного члену, тобто за наявності вільного члену

$\eta_{T+\tau} = \begin{bmatrix} 0 \\ \dots \\ \xi_{T+\tau} \end{bmatrix}$ , за його відсутності  $\eta_{T+\tau} = \varepsilon_{T+\tau}$ , де  $\varepsilon_{T+\tau}$  –  $n$ -вимірний вектор похибок прогнозу незалежних змінних.

Це припущення відповідає дійсній ситуації: шум у моделі не залежить від похибок прогнозу незалежних змінних, а математичне сподівання цієї похибки дорівнює нулю. Визначено надійний інтервал для дійсного значення прогнозованої змінної  $Y_{T+\tau}$ :

$$y_{T+\tau}^* - t_p(q)\hat{\sigma}_f(T+\tau) \leq y_{T+\tau} \leq y_{T+\tau}^* + t_p(q)\hat{\sigma}_f(T+\tau), \quad (3.3)$$

який покриває  $y_{T+\tau}$  з ймовірністю  $v=1-p$ ,  $v=0,95$  [122, с. 39 – 44].

Розраховані прогнозні значення відповідно до кожного виду захворювань та значення надійного інтервалу наведено в табл. 3.1 з надійною ймовірністю 0,95 за регресійною моделлю без обмежень на параметри (2.11) – (2.21).

Беручи до уваги наведені в пункті 2.3.3 зауваження, було розраховано прогнозні значення відповідно до 11-ти видів захворювань за регресійною моделлю з обмеженнями на параметри (2.52) – (2.72), що враховують апріорну інформацію про вплив техногенного забруднення та нелінійною складовою моделі, яка відбиває вплив на захворюваність факторів неекологічного походження (економічних, соціальних, спадкових, мультикомплексних) на наступні три періоди, табл. 3.2. Розрахунок оцінок коефіцієнтів регресії проведено в програмному середовищі Mathcad 15.

На наступному етапі було перевірено прогнозні властивості отриманої моделі (2.52) – (2.72) за формулою (2.8). В табл. 3.3 наведено порівняння прогнозних властивостей моделі без обмежень на оцінки параметрів (2.11) – (2.21) та моделі з обмеженнями на оцінки параметрів (2.52) – (2.72). Як видно з табл. 3.3, уведення обмежень дозволило зменшити похибку прогнозування рівня захворюваності населення Кривого Рогу з використанням регресійної економіко-математичної моделі.

До цього часу прогнозування рівня захворюваності відбувалося з використанням методів статистичного прогнозування, що базуються на аналізі трендових моделей [128] показників моніторингу стану здоров'я населення за останні 5 – 10 років. Більшість таких підходів до реалізації прогнозування рівня захворюваності зводилася до застосування вбудованих функцій в пакети статистичного аналізу. При цьому відносно мало уваги приділялося інтелектуальному аналізу нерегламентованих змін причинно-наслідкових зв'язків, що виникають у результаті появи нових можливостей завдяки створенню більш об'ємних сховищ даних і знань для інформаційної та операційної підтримки аналізу [122; 126]. В табл. 3.4 наведено похибки прогнозування з використанням отриманої лінійної регресійної моделі з обмеженнями на параметри та загальноприйнятої трендової моделі.

Таблиця 3.1  
 Прогнозовані значення рівня захворюваності за видами захворювань за регресійною моделлю без обмежень на параметри  
 (осіб на 10 тис. населення)

Роки	Вид захворювання											
	Туберкульоз (усі форми)	Онкологічні захворюван ня	Онкологічні патології	Окремі стани, які виникли в перинатально- му періоді	Анемії	Інсульти (всі форми)	Гострий інфаркт міокарду	Патологія вагітності та післяпо- логового періоду	Бронхіт, ексема та інші хронічні загострення хвороб	Бронхі- альна астма	Хвороби системи кровообігу	
2013	Нижня межа	35,16	532,34	160,25	160,23	62,48	18,78	14,54	418,07	451,30	132,1	554,87
	Прогнозоване значення	35,26	534,69	161,12	161,07	63,20	18,83	14,65	421,53	454,07	133,7	562,56
	Верхня межа	35,36	537,04	162,00	161,91	63,92	18,89	14,75	424,98	456,85	135,3	570,27
2014	Нижня межа	33,33	535,01	159,03	159,74	62,58	16,49	12,25	427,50	457,57	135,7	581,93
	Прогнозоване значення	35,68	537,37	161,38	162,09	64,93	18,84	14,60	429,85	459,92	138,1	584,28
	Верхня межа	38,03	539,72	163,73	164,44	67,28	21,19	16,95	432,20	462,28	140,4	586,63
2015	Нижня межа	33,30	534,84	159,41	159,73	62,75	16,46	12,24	427,92	457,63	135,7	582,61
	Прогнозоване значення	35,65	537,19	161,77	162,08	65,10	18,81	14,59	430,27	459,98	138,0	584,97
	Верхня межа	38,01	539,54	164,12	164,43	67,46	21,16	16,94	432,62	462,33	140,4	587,32

Таблиця 3.2

Прогнозовані значення рівня захворюваності населення м. Кривий Ріг за видами захворювань з використанням економіко-математичної моделі з обмеженнями на параметри та нелінійною апроксимацією складової, що вліває вплив на захворюваність факторів неекнологічного походження

(осіб на 10 тис. населення)

Роки	Вид захворювання											
	Туберкульоз (усі форми)	Онкологічні захворювання	Онкологічні патології	Окремі стани, які виникли в перинатальному періоді	Анемії	Інсульт (всі форми)	Гострий інфаркт міокарду	Патологія вагітності та післяпологового періоду	Бронхіт, екзема та інші хронічні загострення хвороб	Бронхіальна астма	Хвороби системи кровообігу	
2013	Нижня межа	34,61	536,77	161,98	158,90	64,10	19,12	15,19	405,90	451,61	129,32	567,64
	Прогнозована значення	34,80	539,23	163,86	159,63	64,46	19,19	15,27	409,16	454,00	130,24	573,11
	Верхня межа	34,99	541,69	165,73	160,35	64,83	19,26	15,19	412,42	456,39	131,16	578,58
2014	Нижня межа	35,38	547,43	164,22	162,01	65,49	19,05	15,25	418,55	459,22	131,68	583,49
	Прогнозована значення	35,57	547,62	164,41	162,21	65,68	19,25	15,44	418,75	459,42	131,87	583,68
	Верхня межа	35,76	547,81	164,60	162,40	65,87	19,44	15,63	418,94	459,61	132,06	583,88
2015	Нижня межа	35,42	547,67	164,93	162,19	65,51	19,04	15,22	418,85	459,72	132,23	586,01
	Прогнозована значення	35,61	547,86	165,12	162,38	65,70	19,23	15,41	419,04	459,92	132,42	586,21
	Верхня межа	35,80	548,05	165,31	162,57	65,89	19,42	15,60	419,23	460,11	132,62	586,40

Таблиця 3.3

## Порівняння прогностичних властивостей моделей

Вид захворювання	Похибка прогнозу з урахуванням обмежень, %	
	лінійної моделі	лінійної моделі з нелінійною апроксимацією шуму
Туберкульоз (усі форми)	13	11
Онкологічні захворювання	16	10
Онкологічні патології	13	10
Окремі стани, які виникли в перинатальному періоді	11	8
Анемії	13	7
Інсульты (всі форми)	14	9
Гострий інфаркт міокарду	23	11
Патологія вагітності та післяпологового періоду	8	7
Бронхіт, екзема та інші хронічні загострення хвороб	13	11
Бронхіальна астма	14	13
Хвороби системи кровообігу	10	8

Таблиця 3.4

## Порівняння прогностичних властивостей лінійної регресійної моделі з обмеженнями на параметри та трендової моделі [126]

Вид захворювання	Похибка прогнозу (%) відповідно до	
	трендової моделі	моделі з урахуванням апріорної інформації
Туберкульоз (усі форми)	17,0	11
Онкологічні захворювання	21,7	10
Онкологічні патології	14,1	10
Окремі стани, які виникли в перинатальному періоді	15,7	8
Анемії	12,5	7
Інсульты (всі форми)	16,0	9
Гострий інфаркт міокарду	19,9	11
Патологія вагітності та післяпологового періоду	15,3	7
Бронхіт, екзема та інші хронічні загострення хвороб	15,2	11
Бронхіальна астма	17,4	13
Хвороби системи кровообігу	13,1	8



Також було визначено, що точність прогнозу за регресією з оцінками параметрів, отриманими за методом найменших квадратів з урахуванням обмежень, вища на 15,6% порівняно з прогнозом за регресією з оцінками параметрів, отриманими за методом найменших квадратів без урахування обмежень. Причому прогноз здійснювався за меншою кількістю змінних. Такий результат показує, що при мультиколінеарності прогнозування ефективно лише за лінійно незалежними змінними завдяки більшій точності оцінювання параметрів.

### **3.2. Порядок визначення обсягу економічного відшкодування соціального збитку**

Для визначення необхідного обсягу фінансування відшкодування соціального збитку населення м. Кривий Ріг, спричиненого забрудненням навколишнього природного середовища регіону підприємствами гірничо-металургійного комплексу необхідно розрахувати обсяг витрат на лікування одного хворого відповідно до кожного з видів екологічно залежних захворювань.

Проаналізувавши наявні дані Центру медичної статистики КЗ ДОКЛ ім. І.І. Мечникова, м. Дніпропетровськ, Обласного управління охорони здоров'я Дніпропетровської державної адміністрації та накази Міністерства охорони здоров'я України про затвердження Методик розрахунку вартості лікування хвороб [136; 137], дійшли висновку, що немає вартісної оцінки, за якою можна визначити вартість лікування одного хворого за видами захворюваності. Отже, для розв'язання поставлених задач дисертаційного дослідження, постає необхідність розрахунку вартості лікування хвороб, викликаних забрудненням природного середовища Криворізького регіону. Відповідно до Основ законодавства України про охорону здоров'я оцінку витрат на лікування здійснено згідно наказу Міністерства охорони здоров'я України «Про затвердження Уніфікованої методики з розробки клінічних настанов, медичних стандартів, уніфікованих клінічних протоколів медичної допомоги, локальних протоколів медичної допомоги (клінічних маршрутів пацієнтів) на засадах доказової медицини (частина друга)» від 03.11.2009 р. № 798/95. Протоколи надання медичної допомоги – це впорядкована послідовність діагностичних і лікувальних процедур та заходів, їх обсяг, види і критерії якості розроблені відповідно до фінансових, ресурсних, кадрових та інших можливостей медичних закладів України, досягнень науки і техніки [138, с. 7].

Протоколи надання медичної допомоги розроблені за такою структурою:

- Найменування нозологічних форм і їхніх груп відповідно до МКХ-10 (міжнародної класифікації хвороб).
- Перелік і кратність обов'язкових обстежень з урахуванням відповідного рівня надання медичної допомоги у ЛПЗ.
- Обсяг лікувальних заходів відповідно до рівня медичної допомоги у ЛПЗ.

– Середня тривалість лікування.

Впровадження медичних стандартів у системі державної акредитації закладів охорони здоров'я передбачено наказом МОЗ України «Про затвердження Концепції управління якістю медичної допомоги у галузі охорони здоров'я в Україні на період до 2020 року» від 01.08.2011 р. № 454. Протоколи доцільно використовувати для розробки нормативів оснащення медичною технікою, обладнанням та ліками в лікувально-профілактичних закладах з метою формування їх адекватного ресурсного забезпечення. Затверджені протоколи надання медичної допомоги є офіційним документом і основою для розробки медико-економічних стандартів. Слід відзначити, що протоколи надання медичної допомоги не є довідковим посібником з лікування хворого. Це технологічний і правовий документ гарантії обсягів і видів медичної допомоги хворим, служить захистом прав пацієнта та принципу рівноправності при отриманні медичної допомоги [138 – 139].

Перелік препаратів, які доцільно включати в стандартні схеми лікування визначено згідно [140 – 144]. Вартість лікувальних засобів визначено згідно з цінами на лікарські засоби в прейскуранті закупівельних цін на лікарські засоби КЗ ДОКЛ ім. І.І. Мечникова.

Через велику кількість форм хвороб розрахунок було проведено для найбільш поширеної за статистичними даними форми захворювання. З групи онкологічних захворювань обрано злоякісні новоутворення молочної залози та злоякісні новоутворення трахеї, бронхів, легень. З анемії найбільш поширеною є залізодефіцитна анемія (87%). Лікування різних форм інсульту розраховано на прикладі ішемічного інсульту та його віддалених наслідків. Визначено вартість лікування гострого інфаркту міокарду та гострого інфаркту міокарду, ускладненого порушенням ритму серця. Розрахунки проводилися за такими формами патології вагітності, як загроза невиношування, соматичні захворювання матері та плоду (інфекції: сечостатевої системи під час вагітності, нирок, сечового міхура; абдомінальна (черевна) вагітність, трубна вагітність, яєчникова вагітність інші форми позаматкової вагітності).

Вартість лікування розраховано на основі галузевих медичних стандартів за розробленою нами формулою (3.4), відповідно до рекомендацій законодавства України про охорону здоров'я [136 – 139]:

$$V_i = n_{ij} * p_{ij} + n_{ik} * p_{ik} + p_l * d + p_h * d, \quad (3.4)$$

де  $V_i$  – вартість лікування  $i$ -го захворювання;  $n_{ij}$  – кількість процедур  $j$ -го виду діагностичного обстеження;  $p_{ij}$  – вартість  $j$ -го виду діагностичного обстеження, необхідного для лікування  $i$ -го захворювання, грн;  $j=[1, J]$ ,  $J$  – кількість діагностичних обстежень;  $n_{ik}$  – кількість доз  $k$ -го виду лікувального препарату;  $p_{ik}$  – вартість  $k$ -го виду лікувального препарату, необхідного для лікування  $i$ -го захворювання, грн;  $k=[1, K]$ ,  $K$  – кількість лікувальних препаратів;  $p_l$  – вартість утримання ліжко-місця в медичних закладах відповідного рівня надання медичної допомоги, грн;  $p_h$  – витрати на харчування на добу, грн,  $d$  – середня тривалість лікування, дн.

За формулою (3.4), використовуючи протоколи надання медичної допомоги [138], вартість обстежень за преїскурантом медичних послуг, що надає КЗ ДОКЛ ім. І.І. Мечникова [139] та ціни на ліки у 2012 р., розраховано вартість лікування кожного виду хвороб (табл. 3.5 – 3.13).

Розрахунок вартості лікування одного хворого на туберкульоз легень наведено в табл. 3.5, складено на основі наказу Міністерства охорони здоров'я України «Про затвердження протоколу надання медичної допомоги хворим на туберкульоз» від 28.01.2005 р. № 45 станом на 27.03.2007 р. [144] та Методики розрахунку потреби в протитуберкульозних препаратах від 25.03.2011 р. № 163 [136]. Вартість одного обстеження діагностики туберкульозу легень – 712,7 грн, а вартість лікування найбільш розповсюдженої форми захворюваності 6QKEtEZ6QEtEZ – 6902,7 грн. При вперше виявленому туберкульозі легень з бактеріовиділенням пацієнт проводить у стаціонарі 4 – 5 місяців, при рецидиві туберкульозу легень з бактеріовиділенням і без бактеріовиділення – 4 – 6 місяців, таким чином вартість утримання ліжко-місця складає 558 грн, витрати на їжу – 300 грн.

Таблиця 3.5

Перелік обстежень, які застосовують для діагностики туберкульозу легень, та вартість лікування одного хворого [136; 144 – 145]

Обов'язкові обстеження*	Вартість, грн	Додаткові обстеження**	Вартість, грн
1	2	3	4
Оглядова і бокова рентгенографія органів грудної клітки	10	Комп'ютерна томографія	70
Томографія уражених частин	1,5	Фібробронхоскопія	100
Триразовий аналіз мокротиння на КСП методом мікроскопії за Цілем-Нільсеном	10	Трансторакальна, трансbronхіальна або відкрита пункційна біопсія легень, біопсія збільшених лімфовузлів	50
Триразовий аналіз мокротиння на МБТ методом посіву на середовище Левенштейна-Йенсена та визначення їх чутливості до протитуберкульозних препаратів	10	Прискорені культуральні методи виявлення МБТ: ВАСТЕК	150
		Тести ампліфікації нуклеїнових кислот: ПЛР	100
		Пробна протитуберкульозна хіміотерапія	90
Аналіз крові загальний	10	Туберкулінодіагностика (проба Манту)	1,2
Аналіз сечі загальний	10	Імунологічне дослідження із серологічними пробами на туберкульоз	100
Сума всього, грн:	51,5		661,2

\* Обов'язкові обстеження проводять у протитуберкульозних установах 2-го і 3-го рівнів.

\*\* Додаткові обстеження проводять у протитуберкульозних установах 3 рівня.

Сумарна вартість лікування одного хворого на туберкульоз легень, найбільш розповсюдженої форми захворюваності 6QKEtEZ6QEtEZ складає – 6902,7 грн. станом на 2012 р. Вартість лікування злоякісних новоутворень трахеї, бронхів, легень та злоякісних новоутворень молочної залози наведено в табл. 3.6 станом на 2012 р.

Таблиця 3.6

Перелік діагностичних обстежень та вартість лікуванні онкологічних патологій для одного хворого : [137 – 139; 145]

№	Нозологічна форма	Шифр	Перелік діагностичних обстежень	Вартість, грн	Перелік лікувальних заходів	Вартість, грн	Середня тривалість лікування, дн.
1	2	3	4	5	6	7	8
1	Злоякісні новоутворення трахеї, бронхів, легень	C43	Фізикальне обстеження патологічного осередку, периферичних лімфовузлів	136,32	Стадії T <sub>2-4</sub> N <sub>0</sub> M <sub>0</sub> – хірургічне видалення. Ендолімфатична хімотерапія з метою профілактики метастазування (всього 11 курсів)	7350	9
			Біопсія бронхо-легеневої системи	425,00			
			Флюорографія легень	37,00	Стадії T <sub>2-4</sub> N <sub>1</sub> M <sub>0</sub> – при появі метастазів у регіонарному колекторі після раніше вирізаного новоутворення в передопераційний період – ендолімфатична	13500	18
			Бета-ХГЧ-онкомаркер	70,00			
			Раково-ембріональний антиген	90,00			
			Консультація онколога	136,32			
Сума:				894,64	Сума:	3384	4278,6
2	Злоякісні новоутворення молочної залози	C50	1. Фізикальне обстеження молочних залоз та периферійних лімфовузлів	136,32	Операції: T <sub>0-2</sub> N <sub>0-1</sub> M <sub>0</sub> – типу Пейті, при розмірах молочної залози не менше 5-го помора квадрантектомія з лімфа денектомією, T <sub>2-3</sub> N <sub>1-2</sub> M <sub>0</sub> – типу Холстеда	3700	9
			2. Мамографія	122,12	ТуТ передопераційна: T <sub>0-3</sub> N <sub>0-1</sub> M <sub>0</sub> – за інтенсивно-концентраційною методикою 3 фракції по 6 Гр на молочну залозу		
			4. Кольпоцитограма	147	6 Гр на пахвову ділянку; T <sub>0-3</sub> N <sub>2</sub> M <sub>0</sub> – на молочну залозу і на		
			5. Ультразвукове дослідження	103			

		молочних залоз		підключичну ділянку за звичайною методикою до 45 Гр		
		6. Онкомаркер молочної залози	70			
		7. Цитологічне дослідження виділень із сосків	150			
		8. Пункційна біопсія	168,37			
		9. Інтраопераційна біопсія	250			
		10. Дослідження рівнів естрогену, прогестерону, пролактину, гормонів щитоподібної залози, надирникових залоз	265,91			
		Сума:	1515,72	Сума:	2842,5	4358,22
				Вартість утримання ліжка-місця, грн:	83,7	
				Витрати на харчування, грн:	45,9	
				Всього, грн:	4487,8	

Вартість діагностичних обстежень при лікуванні ішемічного інсульту та його віддалених наслідків згідно Уніфікованої методики з розробки клінічних настанов, медичних стандартів, уніфікованих клінічних протоколів медичної допомоги, локальних протоколів медичної допомоги (клінічних маршрутів пацієнтів) на засадах доказової медицини (частина друга) наведено в табл. 3.7.

Таблиця 3.7

Перелік діагностичних обстежень та вартість лікуванні ішемічного інсульту та його віддалених наслідків на одного хворого : [137 – 139, 145]

Нозологічна форма	Шифр МКХ -10	Перелік діагностичних обстежень	Вартість, грн	Перелік лікувальних заходів	Вартість, грн	Середня тривалість лікування, дн.
1	2	3	4	5	6	7
Ішемічний інсульт	I 64	1. Загальний аналіз крові	47,89	1. Ліжковий режим		27
		2. Загальний аналіз сечі	29,74	2. Антикоагулянти	48,55	
		3. Аналіз калу на я/г	17,84	3. Спазмолітики	14,85	
		4. Аналіз крові на цукор, RW	39,08	4. Сечогінні препарати	54,00	
		5. Біохімічні дослідження крові	115,04	5. Знеболювальні	148,0	

				препарати		
		6. Коагулограма	97,29	6. Плазмозамінники	24,7	
		1. Ро-графія черепа - за показаннями	119,66	7. Седативні препарати	47,50	
		2. ЕКГ	39,2	8. Амінокислоти	50,4	
		3. Електроенцефалографія (ЕЕГ)	310	9. Біостимулятори	4,50	
		4. Консультація офтальмолога	104,8	10. Антихолінестеразні препарати	4 370	
		5. ЕхоЕГ	425,04			
		12. Вимірювання артеріального тиску	5,01	11. Масаж, ЛФК	14,70	
		Сума:	1350,6	Сума:	4777,2	
Віддалені наслідки інсульту	I 69.4	1. Загальний аналіз крові	47,89	1. Антикоагулянти - за показаннями	48,55	17-26
		2. Загальний аналіз сечі	29,74	2. Сечогінні препарати - за показаннями	54,00	
		3. Аналіз крові на цукор, RW	39,08			
		4. Аналіз калу на я/г	17,84	3. Спазмолітики	14,85	
		5. Біохімічні дослідження крові (загальний білок, білкові фракції, сечовина, азот сечовини, ферменти крові)	115,04	4. Знеболювальні препарати	148,0	
		6. Коагулограма	97,29	5. Плазмозамінники	24,70	
		7. Ро-графія черепа - за показаннями	119,66	6. Седативні препарати	47,50	
		8. ЕКГ	39,2	7. Амінокислоти	50,40	
		9. Електроенцефалографія (ЕЕГ)	310	9. Амінокислоти	50,40	
		10. Консультація офтальмолога	104,85			
		11. Вимірювання артеріального тиску	5,01	10. Масаж, ЛФК	24,70	
		Сума :	2276,2	Сума:	457,6	
				Вартість утримання ліжка-місця, грн :	125,6	
				Витрати на харчування, грн:	68,85	
				Всього, грн:	9056,1	

Анемія – хвороба, спричинена недостатністю заліза в організмі внаслідок порушення балансу між його надходженням, використанням і

втратаю, називається залізодефіцитною. Частота виникнення залізодефіцитних анемії у дітей коливається від 10 до 70 % у різні вікові періоди. Анемія визначає високий ризик серцево-судинних ускладнень, сприяє порушенню скоротливої здатності міокарда, збільшує ризик смерті і кількість госпіталізацій при хронічній серцевій недостатності.

В роботі розглянуто найбільш розповсюджену (84%) форму залізодефіцитної анемії в м. Кривому Розі за даними центру медичної статистики ім. І.І. Мечникова. Розрахунок вартості лікування основних форм залізодефіцитної анемії згідно Уніфікованої методики з розробки клінічних настанов, медичних стандартів, уніфікованих клінічних протоколів медичної допомоги, локальних протоколів медичної допомоги (клінічних маршрутів пацієнтів) на засадах доказової медицини (частина друга) наведено у табл. 3.8.

В табл. 3.9 наведено перелік діагностичних обстежень та вартість одного обстеження, необхідний обсяг лікувальних заходів та вартість одного лікувального заходу, що застосовують для діагностики та лікування гострого інфаркту міокарда та гострого інфаркту міокарда, ускладненого порушенням ритму серця, ціни визначено за прейскурантом медичних послуг від КЗ ДОКЛ ім. І.І. Мечникова [139].

Таблиця 3.8

Перелік діагностичних обстежень та вартість лікування основних форм залізодефіцитної анемії для одного хворого [137 – 139; 145]

Нозологічна форма	Шифр МКХ -10	Перелік діагностичних обстежень	Вартість, грн	Обсяг лікувальних заходів	Кількість лікувальних заходів	Ціна 1 уп., грн	Вартість, грн	Середня тривалість лікування, дн.	
Залізодефіцитна анемія	D50	1. Загальний аналіз крові та сечі	73,78	1. Препарати заліза: гардиферон, гемостимулін, ферограду-мент, фероплекс	3	42,95	128,8	45	
		2. Стернальна пункція з визначенням мієлограми, трепанобіопсія	115,32						
		3. Оцінка функціонального стану печінки та нирок	141,24						
		4. Коагулограма	97,29		2. Аскорбі-нова кислота, полівітаміни, дефероксамин	2	5,45		10,9
		5. Імунологічне дослідження	139,63						
		6. Аналіз крові на вміст цукру	25,86						
		7. ЕГДС	47,54						
Сума:			640,66	Сума:		139,75			
			Вартість утримання ліжка-місця, грн :			209,25			
			Витрати на харчування, грн:			114,75			
			Всього, грн:			1104,41			

Таблиця 3.9

Перелік діагностичних обстежень та вартість лікування гострого інфаркту міокарда та гострого інфаркту міокарда, ускладненого порушенням ритму серця для одного хворого [137 – 139; 145]

Нозологічна форма	Шифр МКХ-10	Перелік діагностичних обстежень	Вартість, грн	Обсяг лікувальних заходів	Вартість, грн	Середня тривалість лікування, дн.
1	2	3	4	5	6	7
Гострий інфаркт міокарда	I 21	1. Загальний аналіз крові - 4 рази	191,6	1. Катетеризація центральної або периферійної вени	211,83	21
		2. Загальний аналіз сечі - 8 раз	237,9	2. Глюкоза 5% 200,0 2 рази на день - 3 дні	63,6	
		3. Біохімічне дослідження крові - 5 разів	586,95	3. Калій 4% 20,0 * 2 рази на день - 3 дні	72	
				4. Нітрогліцерин 25% 20,0 * 2 рази на день або ізосорбід динітрат 10-20 мг (в/в) 2 рази на день - 1 день	20,8	
		4. ЕКГ	39,2	5. Ацетилсаліцилова кислота (для ін'єкцій) - 10,0 * 2 рази на день - 5 днів	36,5	
		5. ЕхоКГ	425,04	6. Пропранолол 5 мг (в/в) - 2 дні	232,5	
		6. Консультація кардіолога	94,94	7. Гепарин 60 тис. ОД на день - 5 днів	218	
				8. Морфін 1% 1,0 раз	26,8	
				9. Стрептокіназа 1,5 млн.	218	
				10. Активатор плазміногену 100 мг одноразово	4370	
				11. Діазепам - 20,0 * 2 рази на день - 1 день	32	
				12. Пропранолол - 10-20 мг * 4 рази на день 7-10 днів	57	
				13. Каптоприл - 6,25-12,5 мг * 4 рази на день 7-10 днів	155,4	
				14. Ацетилсаліцилова кислота - 3,25 мг * 1 раз на день - 7-10 днів	5,78	
		Сума:	1575,6	Сума:	5720,2	



1	2	3	4	5	6	7
Гострий інфаркт міокарда, у складний порушення ритму серця	I 22	1. Загальний аналіз крові - 4 рази	191,6	1. Ацетилсаліцилова кислота (для ін'єкцій) - 1,0 - 2 рази на день - 2 дні	36,5	5
		2. Загальний аналіз сечі - 8 раз	237,9	2. Каптоприл - 6,25 - 12,5 мг * 3 рази на день - 2 дні	155,4	
		3. Біохімічне дослідження крові	586,95	3. Ізосорбїду динітрат 20 мг * 4 рази на день - 1 день	13,3	
		4. ЕКГ	39,2	4. Глюкоза 5% 200,0 * 2 рази на день - 3 дні	63,6	
		5. ЕхоКГ	169,04	5. Калій 4% 20,0 * 2 рази на день - 3 дні	72	
		6. Коронарорентрик улографія	205	6. Магнію сульфат 25% 20,0*2 рази на день - 3 дні	13,8	
		7. Ро-графія органів грудної порожнини	97,8	7. Активатор плазміногену 100 мг	5225	
		8. Холтерівське моніторування	710,31	8. Лідокаїн 200 мг * 6 разів на день - 3 дні	27,75	
		9. ЕКГ високого підсилення з аналізом варіабельності серцевого ритму	133,1	9. Новокаїнамід 500-1000 мг * 4 рази на день - 3 дні	61	
		10. Консультація кардіолога	94,94	10. Атропін 1 мг - раз на день 3 дні	6	
				11. Пропранолол 20-40 мг * 3 рази	185,3 7	
				12. Тимчасова лікувальна ендокар-діальна електрокардіостимуляція	37	
				13. Аміодарон 1200 мг на день - 3 дні	575,4	
		Сума всього:	2465,8	Сума всього:	6472,1	
		Вартість утримання ліжка-місця, грн:	120,9			
		Витрати на харчування, грн:	66,3			
		Всього, грн:	16420,9			

Високий рівень захворюваності та смертності працездатного населення від хвороб системи кровообігу є однією з найбільш гострих проблем охорони здоров'я України. Хвороби системи кровообігу – найбільш поширена патологія у структурі загальної захворюваності населення області. В табл. 3.10 наведено перелік діагностичних обстежень та вартість одного обстеження, необхідний

обсяг лікувальних заходів та вартість кожного виду ліків, які застосовують для діагностики та лікування гіпертонічної хвороби.

Таблиця 3.10

Перелік діагностичних обстежень та вартість лікуванні хвороб системи кровообігу для одного хворого [137 – 139; 145]

Нозологічна форма	Шифр МКХ-10	Перелік діагностичних обстежень	Вартість, грн	Обсяг лікувальних заходів	Кількість	Ціна 1 уп., грн	Вартість, грн	Середня тривалість лікування, дн.
Гіпертонічна хвороба	D50	1. Загальні аналізи крові та сечі	73,78	1. Препарати заліза: тардиферон, гемостимулін	3	42,95	128,85	45
		2. Протромбіновий час	13,52					
		3. Біохімічне дослідження крові	586,95	2. Аскорбінова кислота, полівітаміни, дефероксамин	2	5,45	10,9	
		4. Аналіз крові на вміст цукру	25,86					
		5. ЕГДС	47,54					
		6. Час згортання крові	16,29					
		7. Автокоагуляційний тест	103,7					
		Сума, грн:	763,94	Сума, грн:		139,75		
				Вартість утримання ліжко-міся, грн:		209,25		
				Витрати на харчування, грн:		209,26		
				Всього, грн		1322,2		

В табл. 3.11 наведено розрахунок вартості діагностики та лікування основних форм патології вагітності.

Таблиця 3.11

Перелік діагностичних обстежень та вартість лікування основних форм патології вагітності для одного хворого [137 – 139; 145]

Нозологічна форма	Шифр МКХ-10	Перелік діагностичних обстежень	Вартість, грн	Обсяг лікувальних заходів	Вартість, грн	Середня тривалість лікування, дн.
1	2	3	4	5	6	7
Передлежання плаценти:	O44	1. Загальний аналіз крові з лейкоцитарною формулою, тромбоцити у динаміці - 5 разів	47,89	1. Протизапальна терапія з врахуванням її дії на плід за участю профільних спеціалістів	237,7	18

– без кровотечі	O44.0	2. Визначення групи крові та резус-фактора	27,5	2. Невідкладна госпіталізація		
– з кровотечею	O44.1	3. Коагулограма у динаміці – 5 разів	486,45	3. Невідкладне розродження шляхом кесаревого розтину з ретельним оглядом матки на наявність імбібіції її стінки кров'ю	713,1	
Передчасне відшарування плаценти (відторгнення плаценти)	O45	4. Аналіз крові на вміст цукру	25,86			
		4. Загальний аналіз сечі у динаміці	29,74	4. Видалення матки з шийкою та матковими трубами в разі імбібіції її стінки кров'ю, порушення скоротливої діяльності та порушення згортання крові	1748	
		6. Аналіз крові на RW, HBsAg та ВІЛ	65			
Переношеність вагітності	O48	7. Аналіз сечі за методом Нечипоренка	33,26	5. Одночасно з оперативним втручанням – терапія, спрямована на відновлення параметрів гомеостазу і нормалізацію згортання крові	1213	
		8. Бактеріоскопічне та бактеріологічне дослідження піхвового вмісту	53,12			
		9. ЕКГ	39,2			
		10. УЗД	118,7			
		12. Консультація гінеколога	134,30			
		Сума, грн:	1061,02	Сума, грн:	3912	
Абдомінальна (черевна) вагітність. Трубна вагітність. Яєчникова вагітність. Інші форми поза маткової вагітності	O00.0	1. Загальний аналіз крові	47,89	1. Оперативне лікування: при трубній вагітності – з пластикою маткової труби	1204	6 – 7
		2. Визначення групи крові та резус-фактора	27,5			
		3. Коагулограма у динаміці 5 разів	486,45			
		4. Аналіз крові на вміст цукру	25,86			
	Вагітність: – у розі матки; внутрішньозв'язкова	O00.1	5. Загальний аналіз сечі	29,74		
		O00.2	6. УЗД нирок та сечоводів	118,7		
		O00.3	7. Пункція	53,12		

Інші хвороби матері, які ускладнюють вагітність, пологи та післяпологовий період, класифіковані в інших рубриках	черевної порожнини через заднє склепіння піхви				
	8. Мікроскопія пунктату	47,2			
	9. Консультація гінеколога	134,3			
Сума всього:		923,56	Сума всього:	1204	
			Вартість утримання ліжка-місця:	83,7	
			Витрати на харчування:	45,9	
			Всього:	2257	

В табл. 3.12 наведено перелік діагностичних обстежень та вартість одного обстеження згідно з вартістю обстежень, визначеною за прейскурантом медичних послуг від КЗ ДОКЛ ім. І.І. Мечникова [139], необхідний обсяг лікувальних заходів та вартість кожного виду ліків, які застосовують для діагностики та лікування бронхіту з розвитком астматичного або інфекційно-запального синдрому чи II стадії пилового бронхіту.

Таблиця 3.12

Перелік діагностичних обстежень та їх вартість лікуванні бронхіту з розвитком астматичного або інфекційно-запального синдромів чи II стадії пилового бронхіту для одного хворого [137 – 139; 145]

Нозологічна форма	Шифр МКХ-10	Перелік діагностичних обстежень	Вартість, грн	Обсяг лікувальних заходів	Кількість	Ціна 1 уп., грн	Вартість, грн	Середня тривалість лікування, дні
Хронічна обструктивна хвороба легень (III стадія пилового бронхіту з розвитком астматичного або інфекційно-запального синдромів чи II стадія пилового бронхіту)	J 44	1. Загальні аналізи крові та сечі	73,78	1. Бронхолітики	3	17,4	52,2	21
		2. Біохімічне дослідження крові	286,95	2. Протигістамінні препарати	5	7,5	37,5	
		3. Аналіз крові на RW, ВІЛ-інфекцію, HBsAg	65	3. Серцеві препарати	1	58	58	
		4. RW-графія органів грудної порожнини	97,8	4. Відхаркувальні засоби	1	46	46	
		5. Дослідження ФЗД	43,54					
		6. Специфічне алергологічне тестування	253,75					
		7. Дослідження реактивності бронхіального дерева	149,57					

		Сума: 970,39		Сума: 193,7	
		Вартість утримання ліжка-місця, грн :	97,65		
		Витрати на харчування, грн:	52,5		
		Всього, грн:	1314,24		

В табл. 3.13 наведено перелік діагностичних обстежень та вартість одного обстеження згідно з вартістю визначених за преїскурантом медичних послуг, що надає КЗ ДОКЛ ім. І.І. Мечникова [139], необхідний обсяг лікувальних заходів та вартість кожного виду ліків, які застосовують для діагностики та лікування бронхіальної астми.

В табл. 3.14 наведено перелік діагностичних обстежень та вартість одного обстеження згідно з вартістю визначених за преїскурантом медичних послуг, від КЗ ДОКЛ ім. І.І. Мечникова [139], необхідний обсяг лікувальних заходів та вартість кожного виду ліків, які застосовують для діагностики та лікування саркоми м'яких тканин, як найбільш розповсюдженої форми онкологічних захворювань даними центру медичної статистики КЗ ДОКЛ ім. І.І. Мечникова.

Таблиця 3.13

Перелік діагностичних обстежень та вартість лікування бронхіальної астми для одного хворого [137 – 139; 145]

Нозологічна форма	Шифр МКХ-10	Перелік діагностичних обстежень	Вартість, грн	Обсяг лікувальних заходів	Кількість	Вартість 1 уп., грн	Вартість, грн	Середня тривалість лікування, дн.
1	2	3	4	5	6	7	8	9
Бронхіальна астма	J45	1. Загальні аналізи крові та сечі	73,78	1. Бронхолітики	3	15,2	45,6	21
		2. Біохімічне дослідження крові	287	2. Протигістамінні препарати	5	7,5	37,5	
		3. Аналіз крові на RW, ВІЛ-інфекцію, HBsAg	65	3. Серцеві глікозиди	5	15,7	78,5	
		4. Ро-графія органів грудної порожнини	97,8	4. Гепарин	2	208	416	
		5. ЕКГ	39,2	5. Серцевосудинні препарати	1	433	433	
		6. Дослідження ФЗД	43,54	6. Препарати калію	10	3,3	33	

	7. Специфічне алергологічне тестування (скарифікаційні або внутрішньошкірні алергічні проби, інгаляційна проба з промисловим алергеном)	173,8	7. Стероїдні гормони за короткою або подовженою схемою	4	87,95	351,8	
	8. У разі бронхіальної астми хімічної етіології – серологічні реакції, клітинні реакції	230,5	8. Діуретики	1	63	63	
	Сума, грн:	1010	Сума, грн:	1458,4			
	Вартість утримання ліжка-місця, грн:	97,65					
	Витрати на харчування, грн:	52,5					
	Всього:	2518,6					

Таблиця 3.14

Перелік діагностичних обстежень та вартість лікування основних форм онкологічних захворювань для одного хворого [137 – 139; 145]

Нозологічна форма	Шифр МКБ-10	Перелік діагностичних обстежень	Вартість, грн.	Обсяг лікувальних заходів	Вартість, грн.	Середня тривалість лікування, дн.
Саркома м'яких тканин	C49	1. Загальний аналіз крові.	47,89	Операція + променева терапія та хіміотерапія	1975,1	до 1,5 року
		2. Аналіз сечі.	29,74			
		3. Біохімічний аналіз крові.	115,04			
		4. Функція згортаючої системи.	78,7			
		5. R-графія легень.	35,55			
		6. УЗ дослідження орг. черевної порожнини.	160			
		7. Екскреторна урографія.	65,58			
		8. МРТ зон ураження.	147,75			
		9. МРТ легень.	168,5			
		10. Біопсія кісткового мозку.	431,75			
		11. Біопсія пухлини.	250			

Вартість утримання ліжко-місця, грн:	125,55
Витрати на харчування, грн:	68,85
Всього, грн:	3700,00

В табл. 3.15 наведено перелік діагностичних обстежень та вартість одного обстеження згідно з вартістю визначених за прейскурантом медичних послуг, від КЗ ДОКЛ ім. І.І. Мечникова [139], необхідний обсяг лікувальних заходів та вартість кожного виду ліків, які застосовують для діагностики та лікування окремих станів, які виникли в перинатальному періоді.

Таблиця 3.15

Перелік діагностичних обстежень та вартість лікування окремих станів, які виникли в перинатальному періоді для одного хворого [137 – 139; 145]

Нозологічна форми	Код МК Х-10	Перелік діагностичних обстежень	Вартість грн.	Обсяг лікувальних заходів	Вартість грн.	Середня тривалість лікування, дн.
Інфекції перинатального періоду	P35, P37	1. Клінічний аналіз крові, тромбоцити	58,7	1. Корекція метаболічних порушень	71,2	28
		2. Біохімічний аналіз крові	75,04	2. Корекція водно-електролітного обміну	34,28	
		3. Сечовина, креатинин	30,52	3. Антибактеріальна терапія	177,4	
		4. Загальний аналіз сечі	47,89	4. Протівірусна терапія	124,8	
		5. Нейросонографія	78	5. Респіраторна терапія	178,3	
		6. Імуноферментний аналіз	117,5	6. Дезінтоксикаційна терапія	24,25	
		7. Бактеріологічне обстеження, дослідження мікробіоценозу	97,46	7. Імунокоригуюча терапія	26,34	
	Сума, грн:	505,11	Сума, грн:	707,6		
			Вартість утримання ліжко-місця, грн:	37,2		
			Витрати на харчування, грн:	20,4		
			Всього, грн:	1270,3		

За даними, наведеними в табл. 3.5 – 3.15, визначено загальну вартість лікування одного хворого відповідно до різних видів захворювань (табл. 3.16).

Для визначення обсягу витрат на лікування хвороб населення, спричинених техногенним забрудненням водного середовища Кривого Рогу, розраховано відсоток хворих унаслідок скиду стічних вод підприємствами (табл. 3.17) як відношення кількості хворих, захворюваність яких пов'язана з

екологічними факторами, до загальної кількості хворих за відповідний період:

$$k_{eh} = \frac{Y}{Y_z}, \quad (3.5)$$

де  $Y = \sum_{i=1}^{11} Y_i$  – сума кількості всіх осіб, захворюваність яких викликана екологічними факторами,  $i = \overline{1,11}$  – кількість видів хвороб,  $Y_z$  – загальна кількість хворих по місту в поточному році.

Таблиця 3.16

Розрахована та прогнозована вартість (грн) лікування одного хворого у 2012 – 2015 рр. [137 – 139]

Роки	Вид захворювання:										
	Туберкульоз (усі форми)	Онкологічні захворювання	Онкологічні патології	Окремі стани, які виникли в перинат періоді	Анемії	Інсульти (всі форми)	Гострий інфаркт міокарду	Патологія вагітності	Бронхіт, екзема та інші загострення хвороб	Бронхіальна астма	Хвороби системи кровообігу
2012	6902,70	3700,00	4443,08	1270,30	1104,4	9056,08	16420,98	2257,00	1314,2	2619,02	1322,19
2013	7693,38	4123,82	5001,06	1415,81	1230,9	10093,4	18301,95	2515,53	1464,7	2918,50	1473,64
2014	8613,17	4616,85	5598,96	1585,08	1378,1	11300,2	20490,04	2816,28	1639,9	3267,42	1649,82
2015	9532,95	5109,87	6196,87	1754,34	1525,2	12506,9	22678,14	3117,02	1814,9	3616,34	1826,01

Сумарні витрати на лікування хвороб, спричинених забруднення природного середовища міста за рік розраховані за формулою (3.6) і наведені в табл. 3.18.

$$V = \sum_{i=1}^{11} Y_i V_i k_{eh} \frac{N_{kr}}{10000}, \quad (3.6)$$

де  $Y_i$  – розрахована за (2.52) – (2.72) кількість хворих ( $i=1, \dots, 11$ ) наведена в табл. 3.17,  $V_i$  – вартість лікування одного хворого на  $i$ -ту хворобу, розрахована за (2.9),  $k_{eh}$  – відсоток екологічно хворих по відношенню до загальної кількості хворих,  $N_{kr}$  – кількість населення м. Кривий Ріг.

Обсяг недофінансування охорони здоров'я м. Кривий Ріг у 2013 – 2015 рр. розраховано за формулою:

$$O = V - F k_{eh}, \quad (3.7)$$

де  $V$  – вартість лікування екологічно хворих за поточний період,  $F$  – фінансування медичної галузі м. Кривий Ріг з міського бюджету,  $k_{eh}$  – відсоток хворих, захворюваність яких викликана екологічними факторами.



Таблиця 3.17

Статистика захворюваності з 2000 по 2012 рр. та прогноз на 2012 – 2014 рр.  
(осіб на 10 тис. населення)

Роки	Кількість хворих з екологічних причин	Загальна кількість хворих	Частка хворих, захворюваність яких, спричинена екологічними факторами $k_{eh}$
2000	2008,98	7726,40	0,260
2001	2052,29	7385,50	0,278
2002	2105,94	7353,20	0,286
2003	2154,18	7310,80	0,295
2004	2128,74	7189,42	0,296
2005	2216,66	7302,01	0,304
2006	2343,00	7401,91	0,317
2007	2409,22	7695,00	0,313
2008	2464,84	8 928,0	0,276
2009	2523,52	9 199,2	0,274
2010	2536,32	9 399,9	0,270
2011	2547,37	9 179,0	0,278
2012	2562,94	9 295,2	0,276
2013	2603,89	9 493,6	0,274
2014	2608,89	9 692,0	0,269

Таблиця 3.18

Прогнозована вартість лікування екологозалежних хвороб у 2013 – 2015 рр.

Роки	Розрахована вартість лікування екологозалежних хвороб населення м. Кривий Ріг, грн
2013	124 925 353,38
2014	140 084 732,40
2015	150 819 560,77

Коефіцієнт недофінансування витрат на лікування екологозалежних хвороб визначено із співвідношення:

$$K_{ee} = \frac{O}{E}, \quad (3.8)$$

де  $O$  – обсяг недофінансування галузі охорони здоров'я м. Кривий Ріг,  $E$  – кошти екологічних платежів, сплачені підприємствами, табл. 3.19.

В табл. 3.19 наведено обсяг екологічних платежів, сплачених підприємствами м. Кривий Ріг (за даними державної податкової інспекції міста), обсяг фактичної потреби у фінансуванні вартості лікування екологозалежних хвороб населення міста, реальні видатки з міського бюджету на охорону здоров'я пропорційно кількості хворих з екологічних причин, розраховано за (3.7), обсяг недофінансування вартості лікування екологозалежних хвороб населення та за (3.8) розраховано коефіцієнт недофінансування  $K_{ee}$ .

Таблиця 3.19

Прогнозу обсягу недофінансування вартості лікування хвороб населення (грн), спричинених техногенним забрудненням природного середовища м. Кривий Ріг у 2013 – 2015 рр.

Роки	Прогноз обсягу екологічних платежів	Прогноз обсягу соціального збитку	Прогноз видатків з міського бюджету на охорону здоров'я пропорційно рівню екологозалежних хвороб	Прогноз обсягу відшкодування соціального збитку населення	Коефіцієнт недофінансування, $K_{ee}$
2013	47 181 085,71	124 925 353	119 992 905,82	4 932 447,57	0,105
2014	55 244 063,27	140 084 732	132 866 087,71	7 218 644,70	0,131
2015	62 791 072,89	150 819 561	143 649 221,98	7 170 338,79	0,114

Коефіцієнт недофінансування показує частку екологічних платежів, необхідну для відшкодування соціального збитку. Прогноз обсягу відшкодування соціального збитку населення на 2013 – 2015 рр., отриманий на прикладі даних по м. Кривий Ріг, наведено в табл. 3.19.

На рис. 3.1 наведено прогнозні обсяги державного фінансування охорони здоров'я з міського бюджету Кривого Рогу та фактичної потреби у фінансуванні вартості лікування населення у 2013 – 2015 рр.

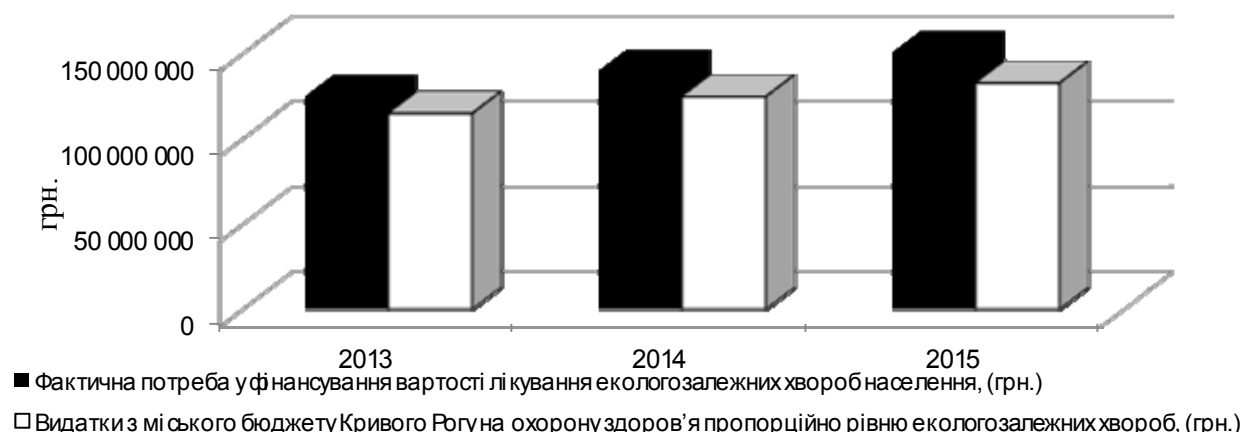


Рис. 3.1. Порівняння прогнозного обсягу соціального збитку та видатків з міського бюджету м. Кривий Ріг на охорону здоров'я

З рис. 3.2 та табл. 3.19 видно, що існує постійний розрив між прогнозованою загальною вартістю лікування екологозалежних хвороб та бюджетним фінансуванням охорони здоров'я у м. Кривий Ріг, тобто недостатність фінансування унеможлиблює отримання якісних та в повному обсязі медичних послуг в умовах безоплатної медицини.

Різницю недофінансування вартості лікування екологозалежних хвороб населення (коефіцієнт недофінансування, табл. 3.19) пропонується покривати за рахунок коштів екологічних платежів з коштів державного бюджету, оскільки відповідно до закріпленого в ст. 69 Закону України «Про охорону навколишнього

природного середовища» положення шкода від забруднення природного середовища підлягає компенсації в повному обсязі. Соціальний збиток є складовою збитку від забруднення навколишнього природного середовища, тому фінансування відшкодування соціального збитку має здійснюватися з державного бюджету за рахунок коштів екологічних платежів та інших джерел, не заборонених законодавством.

Порядок розрахунку обсягу відшкодування соціального збитку:

1. Визначити за звітний період та спрогнозувати на наступні 3 періоди значення показників концентрацій вмісту забруднюючих речовин.

2. Спрогнозувати показники рівня захворюваності  $Y_i$  на наступні 3 періоди за моделлю (2.52) – (2.72), використовуючи прогнозні значення показників забруднення водного середовища.

3. Розрахувати відсоток хворих, захворюваність яких спричинена екологічними факторами за формулою  $k_{eh} = \frac{Y}{Y_z}$ , де  $Y = \sum_{i=1}^{11} Y_i$  – прогнозний рівень захворюваності з екологічних причин,  $Y_z$  – прогнозний рівень загальної захворюваності.

4. Розрахувати вартість лікування цих хворих за формулою  $V = \sum_{i=1}^{11} Y_i V_i k_{eh} \frac{N_{kr}}{10000}$ , де  $Y_i$  – рівень захворюваності, розрахований за моделлю (2.52) – (2.72),  $V_i$  – вартість лікування одного хворого на  $i$ -ту хворобу, визначена згідно з клінічними протоколами надання медичної допомоги,  $k_{eh}$  – відсоток хворих, захворюваність яких спричинена екологічними факторами,  $N_{kr}$  – кількість населення регіону.

5. Спрогнозувати на наступні три роки обсяг коштів екологічних платежів, сплачених підприємствами за забруднення навколишнього природного середовища регіону, та видатки з міського бюджету на охорону здоров'я пропорційно рівню екологозалежних хвороб.

6. Розрахувати обсяг недофінансування медичної галузі за формулою  $O = V - F k_{eh}$ , де  $V$  – вартість лікування хворих, захворюваність яких спричинена екологічними факторами,  $F$  – обсяг фінансування галузі охорони здоров'я з міського бюджету,  $k_{eh}$  – відсоток хворих, захворюваність яких спричинена екологічними факторами.

7. Розрахувати коефіцієнт недофінансування за формулою  $K_{ee} = \frac{O}{E}$ , де  $O$  – обсяг недофінансування галузі охорони здоров'я,  $E$  – обсяг коштів екологічних платежів, сплачених підприємствами регіону.

Порядок розрахунку обсягу відшкодування соціального збитку наведено на рис. 3.2.

Фінансування заходів з відшкодування екологічних збитків здійснюється за допомогою цільових програм, які включають такі обов'язкові елементи, як систему соціально-економічних, організаційно-правових заходів; обсяги та терміни їх здійснення; потреби та джерела фінансування; визначення відповідальних за виконання міністерств, відомств, організацій; порядок і

терміни контролю та перевірки виконання умов з метою постійної взаємодії органів влади по горизонталі та вертикалі. Тому запропонований в роботі підхід реалізується за допомогою цільової програми відшкодування соціального збитку населення техногенно забрудненого регіону шляхом надання субвенції з державного місцевого бюджету.

Основним джерелом фінансового забезпечення охорони здоров'я в Україні є кошти державного та місцевих бюджетів. Положеннями Бюджетного кодексу України (глава 14) врегульовано питання розмежування видатків на охорону здоров'я між відповідними бюджетами. Право кожного в Україні на охорону здоров'я, медичну допомогу та медичне страхування гарантується Конституцією України (ст. 46, 48, 49, 50) [3].

В методичних рекомендаціях, що використовуються на даний момент, подано методологічні підходи до планування видатків та використання бюджетних коштів для надання медичної допомоги закладами охорони здоров'я в розрізі кодів економічної класифікації видатків (далі – КЕКВ) [138, 145]. Зокрема, ст. 87 Бюджетного кодексу України [146] визначено, що з державного бюджету виділяються кошти на охорону здоров'я, видатки на охорону здоров'я здійснюються з місцевих і бюджетів обласного значення та враховуються при визначенні обсягу міжбюджетних трансфертів (п. 3. ст. 89 Бюджетного Кодексу України), а видатки на охорону здоров'я, що виділяються з обласних бюджетів, враховуються при визначенні обсягу міжбюджетних трансфертів (п. 3 ст. 90 Бюджетного Кодексу України).

З бюджетів сіл, їх об'єднань, селищ, міст районного значення не передбачено видатки на охорону здоров'я (ст. 88 Бюджетного Кодексу України) [146]. Зазначений розподіл повноважень між бюджетами в Україні спричинює пріоритетність місцевих бюджетів у фінансуванні охорони здоров'я близько 80 % обсягів державного фінансування здійснюється за рахунок коштів місцевих бюджетів. За економічною структурою бюджетної класифікації кошти зведеного бюджету України на фінансування охорони здоров'я розподіляють наступним чином: 7,7 % – на капітальні видатки, 92,3 % – на поточні видатки (80,2 % – на оплату праці працівників бюджетних установ та нарахування на неї; 5,3 % – на медикаменти та перев'язувальні матеріали; 4,3 % – на продукти харчування; 10,2 % – на оплату комунальних послуг та енергоносіїв).

Для закладів охорони здоров'я, що є бюджетними установами, кошторис – основний плановий документ, який визначає обсяг і спрямування коштів для виконання своїх функцій та досягнення цілей, установлених на бюджетний період відповідно до бюджетних призначень.

Згідно із закріпленою в ст. 97 Бюджетного кодексу України від [146] можливістю надання субвенції з державного бюджету міському бюджету м. Кривий Ріг з визначенням її в законі про Державний бюджет на наступний рік Управління охорони здоров'я Криворізької міської ради як головний бюджетний розпорядник коштів на охорону здоров'я в міста, розробляє та подає до Міністерства фінансів України бюджетний запит з метою внесення пропозицій до проекту закону про Державний бюджет України про надання субвенції на фінансування необхідного рівня компенсації вартості лікування

хвороб населення м. Кривий Ріг, спричинених забрудненням природного середовища підприємствами гірничо-металургійного комплексу. Складанню проекту місцевого бюджету передують ґрунтовна аналітична робота фінансових органів міської виконавчої ради. Економічне обґрунтування розмірів ресурсів, які підлягають надходженню до міського бюджету, потребує достовірної інформації про утворення і рух фінансових ресурсів на певній території.

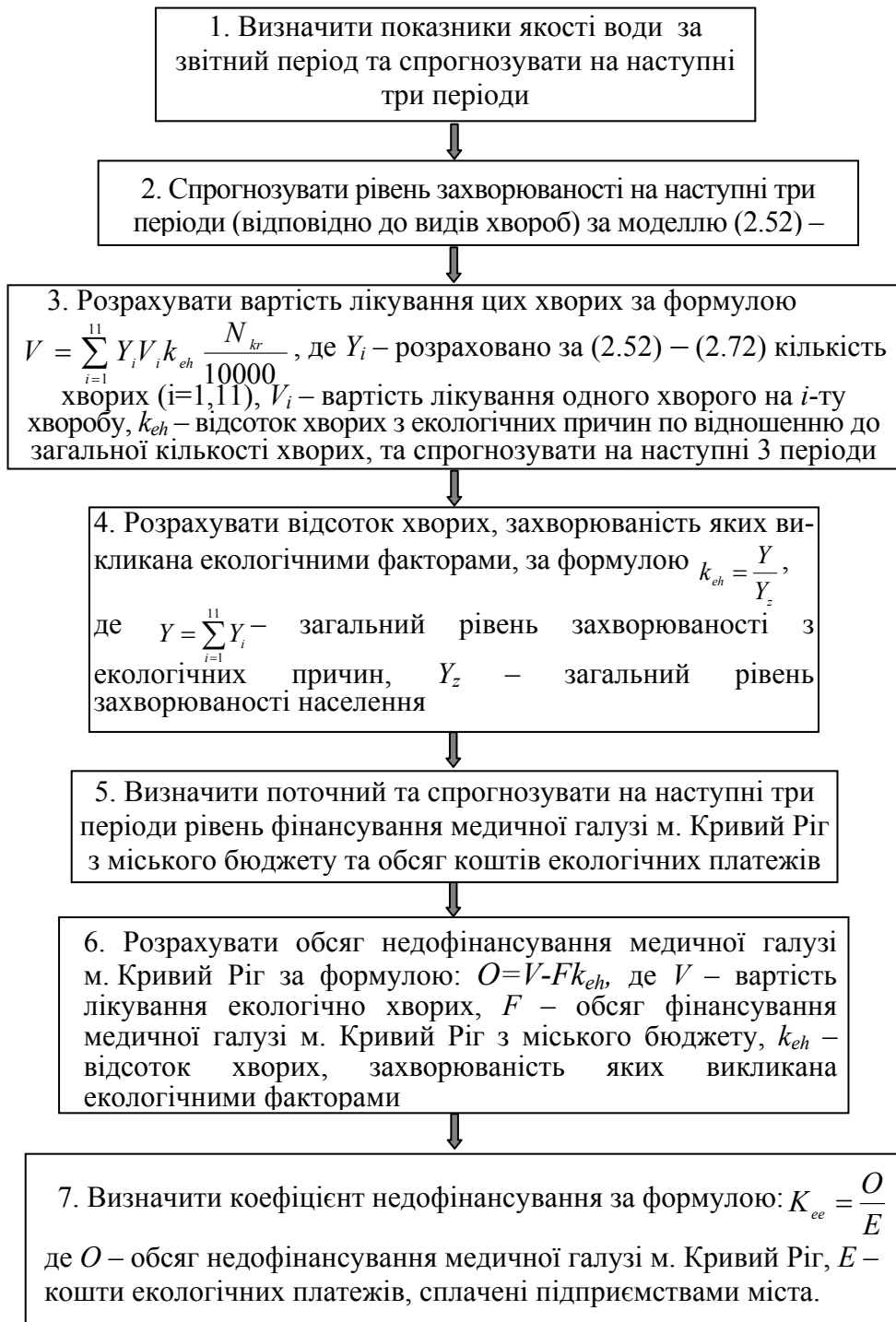


Рис. 3.2. Порядок розрахунку обсягу відшкодування соціального збитку

Організація складання проекту міського бюджету м. Кривий Ріг відповідно до Бюджетного кодексу України покладена на міську державну адміністрацію та виконавчий орган міської ради м. Кривий Ріг. Відповідно до ст. 75 (частина 8 Бюджетного кодексу) Міністерство фінансів України доводить їм особливості складання розрахунків до проектів бюджетів на наступний бюджетний період. Згідно з типовою формою бюджетних запитів, визначеною Міністерством фінансів України, відповідно до ст. 34 Бюджетного кодексу та з урахуванням особливостей складання проекту місцевого бюджету міська рада м. Кривий Ріг має розробити та довести до головного розпорядника бюджетних коштів – Управління охорони здоров'я виконавчого комітету Криворізької міської ради – інструкції з підготовки бюджетних запитів.

Управління охорони здоров'я виконавчого комітету Криворізької міської ради як головний розпорядник бюджетних коштів на охорону здоров'я організує розробку бюджетного запиту для покриття недофінансування витрат на лікування екологозалежних хвороб населення міста з коштів державного бюджету за рахунок коштів екологічних платежів та інших джерел, не заборонених законодавством для подання міській раді згідно з термінами і порядком, встановленими цими органами. У бюджетному запиті Управління охорони здоров'я виконавчого комітету Криворізької міської ради як розпорядник коштів місцевого бюджету на охорону здоров'я зазначає інформацію про обсяг коштів, необхідних на відшкодування вартості лікування екологозалежних хвороб населення міста, визначених за наведеним вище порядком розрахунку обсягу відшкодування соціального збитку від забруднення природного середовища м. Кривий Ріг, а також розробляє пропозиції щодо відшкодування витрат на лікування екологозалежних хвороб населення м. Кривий Ріг урахуваних бюджетом на наступний рік, які подаються на розгляд міської ради Кривого Рогу [146 – 147, с. 85 – 87]. Цей процес називається формуванням бюджету і містить у собі сукупність пов'язаних між собою суспільних відносин, які розкривають планування органами виконавчої влади пріоритетних видатків, вишукування достатніх для цього джерел, видання правових актів, що регулюють процес планування. Спочатку складається проект бюджету, а потім з урахуванням узагальнювальних показників – проект рішення про місцевий бюджет. На основі аналізу бюджетних запитів Міністерство фінансів України готує проект закону про Державний бюджет України та подає до Кабінету Міністрів України для розгляду.

Наступним є етап прийняття Закону України «Про Державний бюджет України» Верховною Радою, де визначено, що одним з джерел формування спеціального фонду охорони здоров'я міського бюджету м. Кривий Ріг у наступному році є: субвенція з державного бюджету міському бюджету на фінансування необхідного рівня часткової компенсації вартості лікування хвороб населення Кривого Рогу, спричинених забрудненням природного середовища.

Управління охорони здоров'я Криворізької міської ради відповідно до бюджетного розпису одержує бюджетні асигнування, здійснює внутрішній

контроль за повнотою надходжень, отриманих бюджетними розпорядниками нижчого рівня та одержувачами бюджетних коштів та подає звіт про використання коштів субвенції.

Міський бюджет м. Кривий Ріг складається із загального та спеціального фондів. Бюджетний кодекс дозволяє здійснювати передачу коштів між загальними та спеціальними фондами бюджету, але тільки в межах бюджетних призначень і лише шляхом внесення змін до рішення відповідної ради (ст. 13 Бюджетного кодексу України від 08.07.2010 р. № 2456-VI) [146]. Це інструмент стабілізації економіки і засіб контролю державних видатків (рис. 3.3). направити з коштів екологічних платежів, що стягуються з підприємств, які забруднюють природне середовище, на відшкодування витрат лікування населення м. Кривий Ріг, що захворіло внаслідок несприятливої екологічної ситуації в місті. Він розроблений у рамках виконання держбюджетної тематики ЕФ-69 «Розробка та застосування методів економіко - математичного моделювання та оптимізації в економічній діяльності підприємств» у 2009 – 2012 рр., (державний реєстраційний номер 0109U001359) та ЕФ-54 «Математичне моделювання і оптимізація процесів організації і управління гірничо-металургійними підприємствами України» у 2006 – 2009 рр. (державний реєстраційний номер 0106U008093).

Розроблена методика розрахунку обсягу відшкодування соціального збитку може бути використана головним управлінням промисловості Дніпропетровської обласної адміністрації при доопрацюванні та коригуванні результатів виконання I етапу Довгострокової програми по вирішенню екологічних проблем Кривбасу та поліпшенню стану навколишнього природного середовища на 2011 – 2022 рр. [151].

Порядок розрахунку обсягу відшкодування соціального збитку та розроблене на його основі інформаційне забезпечення було використано в зазначеній вище програмі в розділах:

1. Організація моніторингу: розробка проекту організації системи моніторингу навколишнього природного середовища міста.

2. Аналіз існуючого стану складових довкілля міста:

– моніторинги: стану поверхневих вод суші в місцях скидів зворотних вод, довкілля в районі місць видалення відходів, якості питної води в централізованій мережі водопостачання, атмосферного повітря;

– проведення спостережень за рівнем та гідрохімічним режимом ґрунтових вод у межах впливу гірничодобувної промисловості Криворізького залізничного басейну.

3. Екологічна освіта та інформування громадськості з природоохоронних питань: організація і здійснення робіт з екологічної освіти, обмін досвідом роботи працівників природоохоронних органів, проведення науково-технічних конференцій і семінарів з природоохоронних питань.

Для автоматизації проведення розрахунків була розроблена комп'ютерна програма на базі Visual Basic, яка працює в середовищі Microsoft Excel.



Рис. 3.3. Схема надання субвенції [147]

Схему складання, розгляду, затвердження, виконання та звітності місцевих бюджетів згідно з главою 12 Бюджетного кодексу України [146; 148–149] наведено на рис. 3.4.



**Перший етап: складання проектів місцевих бюджетів**

У тижневий термін після ухвалення закону про Державний бюджет України в другому читанні КМ України доводить Раді міністрів АРК, місцевим державним адміністраціям та виконавчим органам відповідних рад показники міжбюджетних відносин, необхідні для складання проектів місцевих бюджетів

На підставі отриманої інформації Рада міністрів АРК, місцеві державні адміністрації та виконавчі органи відповідних рад готують та схвалюють проекти рішень про місцеві бюджети, після чого подають їх на розгляд до відповідних рад

**Другий етап: затвердження місцевих бюджетів**

Бюджет АРК, обласні, районні і міські (міст Києва та Севастополя, міст обласного значення) бюджети затверджуються рішенням Верховної Ради АР Крим, відповідної обласної, районної чи міської ради не пізніше ніж у двотижневий термін після офіційного опублікування закону про Державний бюджет України

Міські (міст районного значення), районні у містах (якщо такі створені), селищні та сільські бюджети затверджуються відповідно рішеннями міської, районної в місті, селищної або сільської ради не пізніше ніж у двотижневий термін після затвердження районного чи міського бюджету

**Третій етап: виконання місцевих бюджетів**

Рада Міністрів АРК, місцеві державні адміністрації, виконавчі органи відповідних рад або міські, селищні чи сільські голови забезпечують виконання відповідних місцевих бюджетів

Місцеві фінансові органи здійснюють загальну організацію виконання відповідного місцевого бюджету (затверджують розписи, прогнозують та аналізують доходи та ін.)

Казначейське обслуговування здійснюється територіальними органами Державного казначейства України відповідно до ст. 48 БК України

**Четвертий етап: звітність про виконання**

Орган, що здійснював підготовку місцевого бюджету, подає до Верховної Ради АРК або відповідної ради кварталний та річний звіти у двомісячний строк після завершення бюджетного періоду

Рахункова палата АРК, комісія з питань бюджету відповідної ради здійснюють перевірку поданого звіту, після чого вже відповідні ради затверджують звіт про виконання бюджету чи виносять інше рішення з цього питання

Рис. 3.4. Складання, розгляд, затвердження, виконання та звітність місцевих бюджетів [149]

Поданий вище порядок розрахунку обсягу відшкодування соціального збитку призначений для визначення обсягу відрахувань коштів, які необхідно

## ВИСНОВКИ

Основні теоретичні та практичні результати проведеного наукового дослідження зводяться до наступного:

1. Спираючись на аналіз законодавства в галузі податкового та бюджетного регулювання встановлено, що основними джерелами фінансування охорони здоров'я є кошти державного та місцевого бюджетів. Після дослідження схеми розподілу коштів екологічних платежів між державним та місцевими бюджетами зроблено висновок, що фактично на відшкодування збитку від техногенного забруднення до місцевого бюджету м. Кривий Ріг надходило у 2000 – 2008 рр. – 7%, у 2009 р. – 20%, у 2010 – 2011 рр. – 35%, проте у 2012 – 2013 рр. очікується надходження лише 23,45 % коштів екологічних платежів, що є недостатнім.

2. До головних видів збитків від техногенного забруднення відносять такі, що завдані природному середовищу, промисловості та сільському господарству. Обсяг компенсації для їх відшкодування обчислюється за відповідними методиками, проте стосовно відшкодування збитків, завданих здоров'ю та умовам безпечного існування людей – соціальні збитки – відповідних методик не розроблено. Тому для прогнозування обсягу соціального збитку та його економічного відшкодування з найбільшою адекватністю та точністю доцільно застосувати сучасний математичний апарат регресійного аналізу.

3. Встановлено, що пріоритетними забруднювачами природного середовища, що визначають рівень соціального збитку від техногенного забруднення природного середовища, є показники забруднення водного середовища регіону.

4. Для визначення та прогнозування обсягу соціального збитку від техногенного забруднення навколишнього природного середовища регіону розроблено економіко-математичну модель, яка відрізняється від існуючих урахуванням апріорної інформації про вплив 12 факторів забруднення водного середовища та факторів неекологічного походження, що визначають рівень соціального збитку.

5. Розроблено концептуальні положення прогнозування обсягу відшкодування соціального збитку на основі економіко-математичної моделі, в якій лінійну складову обчислено на підґрунті регресійної моделі з обмеженнями на параметри, що враховують апріорну інформацію про вплив факторів техногенного забруднення. А складову моделі, що акумулює вплив факторів неекологічного походження (економічних, соціальних, спадкових, мультифакторних) на рівень соціального збитку, визначено на основі нелінійної періодичної моделі. Це дозволило розробити прогноз можливих змін показників стану здоров'я населення на 2013 – 2015 рр. з меншою похибкою прогнозування, ніж при використанні загальноприйнятих трендових моделей.

6. Створене інформаційне забезпечення для прогнозування обсягу економічного відшкодування збитку від техногенного забруднення природного

середовища дозволяє вдосконалити інструментарій економічного механізму природокористування.

7. Запропоновано впровадження інструментарію економічного відшкодування соціального збитку, спричиненого забрудненням навколишнього природного середовища, за рахунок надання субвенції з державного до місцевого бюджету.

8. На підставі практичного застосування одержаних результатів при визначенні обсягу відшкодування соціального збитку, спричиненого забрудненням навколишнього природного середовища, та на прикладі даних по м. Кривий Ріг встановлено обсяг економічного відшкодування соціального збитку: у 2013 р. становитиме 4 932,45 тис. грн, у 2014 р. – 7 218,65 тис. грн, у 2015 р. – 7 170,34 тис. грн, це відповідно 10,5, 13,1 та 11,4 % коштів екологічних платежів.

Розроблений в роботі інструментарій для відшкодування соціального збитку на прикладі даних м. Кривий Ріг можна використати при визначенні обсягу компенсацій населенню техногенно забруднених регіонів, оскільки він дозволяє:

- підвищити ступінь обґрунтованості рішень, що приймаються при визначенні обсягу економічного відшкодування збитку від техногенного забруднення, пропорційно рівню забруднення;

- виявити вплив екологічних факторів на рівень соціального збитку та обсяг відшкодування, що дає змогу скоректувати відхилення фактичних показників обсягу фінансування галузі охорони здоров'я від їх прогнозних значень.

Розроблені концептуальні положення прогнозування обсягу економічного відшкодування соціального збитку можуть бути застосовані при розробленні подібного компенсаційного інструментарію в інших техногенно забруднених регіонах.

## СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ:

1. Закон України «Про охорону навколишнього природного середовища» від 26.06.91 р. № 1264-ХІІ // Відомості Верховної Ради України. – 1991. – № 41. – Ст. 546.
2. Постанова Кабінету Міністрів України «Про затвердження Порядку встановлення нормативів збору за забруднення навколишнього природного середовища і стягнення цього збору» від 01.03.1999 р. № 303 // Офіційний вісник України. – 1999. – № 9. – С. 89.
3. Конституція України: прийнята 28.06.1996 р.: із змінами внесеними згідно із Законом від 08.12.2004 р. № 2222 // Відомості Верховної Ради України. – 1996. – № 30. – Ст. 141.; Відомості Верховної Ради України. – 2005. – № 2. – Ст. 44.
4. Податковий кодекс України від 02.12.2010 р. № 2755-VI // Відомості Верховної Ради України. – 2011. – № 3; № 13–17. – Ст. 112.
5. Рішення обласної ради «Програма виходу міста Кривого Рогу з екологічної кризи» від 31.03.2000 р. № 210-10/ХХІІІ [Електронний ресурс] / Україна, Криворізька міська рада, Дніпропетровська область. – Офіційний сайт міста Кривого Рогу та Криворізького міського виконавчого комітету. – Режим доступу: <http://www.kryvyirih.dp.ua/ua/st/pg/191109470122938>.
6. Постанова Верховної Ради України «Про основні напрями державної політики України у галузі охорони довкілля, використання природних ресурсів та забезпечення екологічної безпеки» від 05.03.1998 р. 188/98-ВР // Відомості Верховної Ради України. – 1998. – № 38 – 39. – С. 770 – 816.
7. Рішення обласної ради «Програма поліпшення екологічного стану Дніпропетровської області за рахунок зменшення забруднення довкілля основними підприємствами-забруднювачами на 2007 – 2015 роки» від 04.12.2007 р. № 295-13/V [Електронний ресурс] / Офіційний веб-сайт Дніпропетровської обласної державної адміністрації. – Режим доступу: <http://www.adm.dp.ua/OBLADM/Obldp.nsf/archive/191BD72DE0DB4255C2257561005FC95E?opendocument>.
8. Шимова О.С. Основы экологии и экономика природопользования: учеб. пособие / О.С. Шимова, Н.К. Соколовский. – М.: БГЭУ. – 368 с.
9. Постанова Кабінету Міністрів України «Про затвердження Порядку визначення плати і справляння платежів за забруднення навколишнього природного середовища» від 13.01.1992 р. № 18 [Електронний ресурс] / Офіційний сайт Верховної Ради України. – Режим доступу: <http://zakon2.rada.gov.ua/laws/show/298-96-%D0%BF>.
10. Методика визначення розмірів плати і стягнення платежів за забруднення навколишнього природного середовища України від 24.05.1993 р.: Міністерство охорони навколишнього природного середовища та ядерної безпеки України // Рідна природа. – К., 1993. – № 37. – с. 32.
11. Базові нормативи плати за забруднення навколишнього природного середовища України і методика визначення розмірів плати і стягнення платежів за забруднення навколишнього природного середовища України / за заг. ред. В.Я. Шевчука. – К., 1993. – 22 с.
12. Борейко В.І. Ефективність системи екологічних зборів в Україні / В.І. Борейко // Вісник СумДУ. Сер. Економіка. – 2010. – № 2. – С. 18 – 23.

13. Розпорядження Президента України «Про еколого-економічний експеримент у містах Кривий Ріг, Дніпродзержинськ та Маріуполь» від 11.06.1997 р. № 235/97-рп [Електронний ресурс] / Офіційний сайт Верховної Ради України. – Режим доступу: <http://zakon.rada.gov.ua/cgi-bin/laws/main.cgi?nreg=235%2F97-%F0%EF>.
14. Постанова Кабінету Міністрів України «Про проведення еколого-економічного експерименту в містах Кривий Ріг, Дніпродзержинськ, Маріуполь і Запоріжжя» від 28.04.1999 р. № 715 // Офіційний вісник України. – 1999. – № 17. – С. 118.
15. Постанова Кабінету Міністрів України «Про затвердження порядку використання у 2007 році субвенцій з державного бюджету обласному бюджету Дніпропетровської області на підготовку та проведення експерименту з впровадження екологічного експерименту у сфері охорони здоров'я» від 04.04.2007 р. № 598 // Відомості Верховної Ради України. – 2007. – № 41. – 546 с.
16. Закон України «Про внесення змін до Бюджетного кодексу України та деяких інших законодавчих актів України» від 23.12.2010 р. № 2856-VI / Офіційний вісник України. – 2010. – № 101. – С. 78.
17. Екологічний менеджмент: навч. посіб. / за ред. В.Ф. Семенова, О.Л. Михайлик. – К.: Центр навч. л-ри, 2004. – 407 с.
18. Природно-ресурсний потенціал сталого розвитку України / [Б.М. Данилишин, С.І. Дорогунцов, В.С. Міщенко та ін.] – К.: РВПС України, 1999. – 716 с.
19. Кравців В.С. Регіональна екологічна політика в Україні (теорія формування, методи реалізації) / Кравців В.С. – Л.: ІРД НАН України, 2007. – 336 с.
20. Мальшева Н.Р. Гармонізація екологічного законодавства в Європе : моногр. / Н.Р. Мальшева. – К.: КИТ, 1996. – 232 с.
21. Крисаченко В.С. Екологічна культура: теорія і практика: навч. посіб. / В.С. Крисаченко. – К.: Заповіт, 1996. – 352 с.
22. Андрейцев В.І. Екологічне право / В.І. Андрейцев. – К.: Вентурі, 1996. – 208 с.
23. Черевко Г.В. Економіка природокористування / Г.В. Черевко, М.І. Яцків. – Л.: Світ, 1995. – 203 с.
24. Андрейцев В.І. Право екологічної безпеки / В.І. Андрейцев. – К.: Знання-Прес, 2002. – 332 с.
25. Екологічне право: особлива частина / за ред. В.І. Андрейцева. – К.: Істина, 2001. – 543 с.
26. Виленская Е.В. Правовая охрана человека в окружающей среде : моногр. / Е.В. Виленская, Э.А. Дидоренко, Б.Г. Розовский. – Луганск: РИО ЛИВД, 1999. – 285 с.
27. Костюк Ю. Перспективи вдосконалення юридичного механізму реалізації права громадян на відшкодування шкоди, заподіяної екологічними правопорушеннями / Ю. Костюк // Університетські наукові записки. – 2006. – №2 (18). – с. 171 – 180.
28. Юрченко Л.І. Екологія : навч. посіб. / Л.І. Юрченко. – К.: Професіонал, 2009. – 304 с.

29. Грещак М.Г. Внутрішній економічний механізм підприємства: навч. посіб./ М.Г. Грещак, М.О. Гребешкова, О.С. Коцюба; за ред. М.Г. Грещака. – К.: КНЕУ, 2001. – 228 с.
30. Основи стійкого розвитку: посіб. для перепідготовки фахівців / за заг. ред. Л.Г. Мельника. – Суми: Університетська книга, 2006. – 325 с.
31. Приходько М.М. Управління природними ресурсами та природоохоронною діяльністю / М.М. Приходько. – Івано-Франківськ: Фоліант, 2004. – 847 с.
32. Економіка природокористування і охорони довкілля: зб. наук. пр. / ред.: М.А. Хвесик; НАН України. РВПС України НАН України. – К., 2007. – 376 с.
33. Хвесик М.А. Економічна оцінка природних ресурсів: основні методологічні підходи / М.А. Хвесик, Н.В. Збагерська; Рівнен. держ. техн. ун-т. – Рівне: РДТУ, 2000. – 194 с.
34. Хлобистов Є.В. Фінансові механізми управління охороною довкілля та природокористуванням в Україні [Електронний ресурс] / Є.В. Хлобистов. – Режим доступу: [http://www.mama-86.org.ua/ecodemocracy/experts\\_khlobystov\\_u.htm](http://www.mama-86.org.ua/ecodemocracy/experts_khlobystov_u.htm).
35. Хлобистов Є.В. Методичні підходи до оцінки наслідків надзвичайних ситуацій: порівняльний аналіз української та міжнародної практик / Є.В. Хлобистов, Л.В. Жарова, С.М. Волошин // Механізм регулювання економіки. – 2009. – №4, т.1. – с. 24–33.
36. Долгий М.Л. Обґрунтування системного підходу до управління захистом та безпекою населення у надзвичайних ситуаціях [Електронний ресурс] / М.Л. Долгий, С.І. Осипенко. – Режим доступу: <http://www.nbuv.gov.ua/e-journals/Dutp/2006-2/txts/GALUZEVE%506dmlnns.pdf>.
37. Официальные отчеты Генеральной Ассамблеи: (собрание кратких отчетов сессий ООН) [Електронний ресурс]. – Нью-Йорк: ООН, 2006. – Режим доступу: [http://www.un.org/ru/documents/decl\\_conv/decl\\_environment.shtml](http://www.un.org/ru/documents/decl_conv/decl_environment.shtml).
38. Цивільний кодекс України від 16.01.2003 р. № 435-IV // Відомості Верховної Ради України. – 2003. – № 40 – 44. – Ст. 356.
39. Господарський кодекс України від 16.01.2003 № 436-IV // Відомості Верховної Ради України. – 2003. – № 18 – 22. – Ст. 144.
40. Закон України «Про місцеве самоврядування» від 21.05.1997 р. № 280/97-ВР // Відомості Верховної Ради України. – 1997. – № 24. – Ст. 170.
41. Наказ Міністерства охорони навколишнього природного середовища та ядерної безпеки України «Про затвердження Методики розрахунку розмірів відшкодування збитків, заподіяних державі внаслідок порушення законодавства про охорону та раціональне використання водних ресурсів» від 20.07.2009 р. № 389 // Офіційний вісник України. – 2009. – № 63. – С. 128.
42. Наказ Міністерства охорони навколишнього природного середовища та ядерної безпеки України «Про затвердження Методики розрахунку розмірів відшкодування збитків, які заподіяні державі в результаті наднормативних викидів забруднюючих речовин в атмосферне повітря» від 10.12.2008 р. № 639 // Офіційний вісник України. – 2009. – № 5. – С. 120.
43. Данилишин Б.М. Природно-техногенні катастрофи: проблеми економічного аналізу та управління / Б.М. Данилишин; РВПС України НАН України. – К.: Нічлава, 2001. – 259 с.

44. Сердитова Н.Е. Экономика природопользования. учеб. пособ. / Н.Е. Сердитова. – Санкт-Петербург: РГГМУ, 2006. – 345 с.
45. Экология. Экономика природопользования: учебник / [А.В. Гирусов, С.Н. Бобылев, А.Л. Новоселов, Н.В. Чепурных]. – М.: Юнити-Дана: Единство, 2007. – 520 с.
46. Інституціональне забезпечення екологізбалансованого водокористування в сучасних умовах: моногр. / [М.А. Хвесик, В.А. Голян, О.В. Яроцька, Н.В. Коржунова]; РВПС України НАН України. – Донецьк: Юго-Восток, 2008. – 455 с.
47. Водні ресурси на рубежі ХХІ ст.: проблеми раціонального використання, охорони та відтворення / [за ред. М.А. Хвесика]; НАН України. РВПС України НАН України. – К.: РВПС України НАН України, 2005. – 459 с.
48. Яроцька О.В. Оцінка еколого-економічної ефективності водокористування в басейнових водогосподарських комплексах / О.В. Яроцька // Економіка природокористування і охорони довкілля: зб. наук. пр.). – К.: РВПС України НАН України, 2006. – С. 317 – 324.
49. Хвесик М.А. Економіко-правове регулювання природокористування: моногр. / М.А. Хвесик, Л.М. Горбач, Ю.П. Кулаковський. – К.: Кондор, 2009. – 524 с.
49. Мельник Л. Економічний механізм нормування антропогенного навантаження на водні екосистеми / Л. Мельник, М. Хвесик, О. Маценко // Економіка України. – 2009. – № 12. – С. 69 – 76.
50. Хвесик М.А. Інституціональна модель природокористування в умовах глобальних викликів: монографія / М.А. Хвесик, В.А. Голян; РВПС України НАН України. – К.: Кондор, 2007. – 480 с.
51. Хвесик М.А. Інституціональна модель природокористування: пострадянський формат: моногр. / М.А. Хвесик; РВПС України НАН України. – К.: Кондор, 2007. – 798 с.
52. Хвесик М.А. Інституціональні трансформації та фінансово-економічне регулювання землекористування в Україні: моногр. / М.А. Хвесик, В.А. Голян, А.І. Крисак; РВПС України НАН України. – К.: Кондор, 2008. – 522 с.
53. Модели оценки, анализа и прогнозирования социально-экономических систем: моногр. / Под ред. Т.С. Клебановой, Н.А. Кизима. – Х.: А.Г. Павленко: “ІНЖЕК”, 2010. – 280 с.
54. Екосередовище і сучасність: моногр.: у 8 т. / [С.І. Дорогунцов, М.А. Хвесик, Л.М. Горбач, П.П. Пастушенко]. – К.: Кондор, 2006. – Т. 1. – 422 с.
55. Яцик А.В. Водогосподарська екологія: у 4 т., 7 кн. / А.В. Яцик. – К.: Генеза, 2004. – Т. 2, кн. 3 – 4. – 384 с.
56. Гирусов Э.В. Основы социальной экологии / Э.В. Гирусов. – М.: РУДН, 1998. – 169 с.
57. Мельник Л.Г. Устойчивое развитие: цели, задачи, проблемы / Л.Г. Мельник // Социально-экономический потенциал устойчивого развития: учебник / [Мельник Л.Г., Хенс Л., Акимова Т.А. и др.]; под ред. Л. Мельника (Украина) и Л. Хенса (Бельгия). – Сумы: Университетская книга, 2007. – С. 77 – 108.
58. Гринів Л.С. Екологічно збалансована економіка: проблеми теорії: моногр. / Л.С. Гринів; Львів. нац. ун-т. ім І. Франка. – Львів: ЛНУ ім. І. Франка, 2001. – 240 с.

59. Дідух В.Р. Економічні механізми реалізації державної екологічної політики [Електронний ресурс] / В.Р. Дідух. – Режим доступу: [http://www.kbuara.kharkov.ua/ebook/n\\_1\\_2008/doc/1/13.pdf](http://www.kbuara.kharkov.ua/ebook/n_1_2008/doc/1/13.pdf)
60. Стратегічний аналіз: навч. посіб. / [Н.Г. Шпанковська, Г.О. Король, К.Ф. Ковальчук, Н.О. Котенко]; Нац. металург. акад. України. – Д.: НМетАУ, 2011. – 224 с.
61. Національна економіка: підручник / [П.В. Круш, С.О. Тульчинська, М.В. Шашина та ін.]; за ред. П.В. Круша. – К.: Каравела, 2008. – 428 с.
62. Комарницький В.М. Екологічне право: навч. посіб. / В.М. Комарницький, В.І. Шевченко, С.В. Єлькін. – К.: Центр навч. л-ри, 2006. – 224 с.
63. Природно-ресурсна сфера України: проблеми сталого розвитку і трансформацій: моногр. / ред. Б.М. Данилишин; РВПС України НАН України. – К.: Нічлава, 2006. – 704 с.
64. Данилишин Б.М. Наукові основи прогнозування природно-техногенної (екологічної) безпеки: моногр. / Б.М. Данилишин, В.В. Ковтун, А.В. Степаненко. – К.: Лекс Дім, 2004. – 552 с.
65. Екологічна складова політики сталого розвитку: моногр. / Б.М. Данилишин; РВПС України НАН України. – Донецьк: Юго-Восток, Лтд, 2008. – 256 с.
66. Турило А.М. Система еколого-економічних показників для оцінки впливу промислового підприємства на якісний стан довкілля / А.М. Турило, Т.В. Кожемякіна // Металургійна і гірничорудна промисловість. – 2003. – № 4. – С. 116 – 119.
67. Білоскурський Р.Р. Концептуальні підходи до політики реалізації екологічного моніторингу / Р.Р. Білоскурський // Економіка: проблеми теорії та практики: зб. наук. пр. – Д.: ДНУ, 2010. – Вип. 265: в 9 т. – Т. VI. – С. 1576 – 1582.
68. Чередніченко Ю.Г. Пріоритетні напрями забезпечення відтворення водних ресурсів України в контексті світових проблем сталого розвитку / Ю.Г. Чередніченко // Економіка природокористування і охорони довкілля: зб. наук. пр. – К.: РВПС України НАН України, 2008. – С. 216 – 220.
69. Давидюк Ю.В. Економіко-правові засади еколого-економічного управління в Україні // Вісник Житомирського державного технологічного університету. Сер. Економічні науки. – 2005. – № 1 (31). – С. 30 – 39.
70. Бадрак О.С. Формат міжнародних фінансових відносин України в умовах боргової кризи / О.С. Бадрак // Наукові праці МАУП: зб. наук. пр. – К.: МАУП, 2010. – Вип. 3(26). – С. 18 – 22.
71. Решетник Л.П. Правова природа екологічного ризику у відносинах відшкодування шкоди, заподіяної джерелом підвищеної екологічної небезпеки / Л.П. Решетник // Науковий вісник Волинського національного університету ім. Лесі Українки. – 2010. – № 24. – С. 54 – 58.
72. Карпишин Н. Класичні моделі фінансового забезпечення охорони здоров'я / Н. Карпишин, М. Комуницька // Світ фінансів. – 2008. – № 1 (14). – С. 110 – 117.
73. Комарницький І.М. Аналіз підходів до оцінки соціально-економічних збитків, заподіяних надзвичайними ситуаціями, в Україні та світі / І.М. Комарницький, М.І. Бублик, М.Й. Товт // Механізм регулювання економіки. – 2008. – № 1, т. 1. – С. 145 – 152.



74. Подузов А.А. Шкала эквивалентности как инструмент измерения уровня жизни / А.А. Подузов, Д.К. Кукушкин // Проблемы прогнозирования. – 1999. – № 1. – С. 108 – 122.
75. Радаев Н.Н. Цена жизни и социально-экономические компенсации / Н.Н. Радаев // Военная мысль. – 2001. – № 1. – С. 44 – 47.
76. Корчагин В.П. Экономическая оценка ущерба от людских потерь / В.П. Корчагин, В.Л. Нарожная // Проблемы прогнозирования. – 1998. – № 5. – С. 109 – 120.
77. Методичні рекомендації щодо планування видатків та використання бюджетних коштів для надання медичної допомоги закладами охорони здоров'я / [Г.О. Слабкий, О.І. Левицький, М.Г. Вовк та ін.]; ДУ «Український інститут стратегічних досліджень МОЗ України». – К.: Український інститут стратегічних досліджень МОЗ України, 2011. – 29 с.
78. Овсянников Ю.А. Прогнозирование и планирование природопользования: учеб. пособие / Ю.А. Овсянников, Я.Я. Яндыганов; Федер. агентство по образованию, Урал. гос. экон. ун-т. – Екатеринбург: Урал. гос. экон. ун-т, 2008. – 129 с.
79. В'юн В.І. Архітектурні засади систем моніторингу та прогнозування розвитку епідеміологічних процесів / В.І. В'юн, Г.Є. Кузьменко, Ю.А. Міхненко // Математичні машини і системи. – 2011. – № 3. – С. 40 – 44.
80. Моделі і методи соціально-економічного прогнозування: підручник / [В.М. Геєць, Т.С. Клебанова, О.І. Черняк, А.В. Ставицький та ін.]. – Х.: ІНЖЕК, 2008. – 396 с.
81. Ляшенко І.М. Моделювання економічних, екологічних та соціальних процесів: навч. посіб. / І.М. Ляшенко, М.В. Коробова, І.А. Горіцина. – К.: ВПЦ «Київський університет», 2010. – 320 с.
82. Барткова Л.М. Інтервальне моделювання економічних збитків, наслідків негативного впливу господарської діяльності підприємств на здоров'я населення // Економіка: проблеми теорії та практики: зб. наук. праць. – Д.: ДНУ, 2004. – Вип. 195, т. 2. – С. 318 – 321.
83. Моисеев Н.Н. Кибернетическое описание эколого-экономических систем / Н.Н. Моисеев // Кибернетика. – 1977. – № 6. – С. 132 – 145
84. Когаловский М.Р. Перспективные технологии информационных систем / М.Р. Когаловский. – М.: ДМК Пресс: Компания АйТи, 2003. – 288 с.
85. Ивахненко А.Г. Помехоустойчивость моделирования / А.Г. Ивахненко, В.С. Степашко. – К.: Наукова думка, 1985. – 216 с.
86. Коппа Ю.В. Сравнение прогнозирующих свойств моделей регрессионного типа и МГУА / Ю.В. Коппа, В.С. Степашко // Моделирование и управление состоянием эколого-экономических систем региона / А.Г.Иващенко; НАН Украины. – К.: Институт кибернетики им. В.М. Глушкова, 2001. – 127 с.
87. Онищенко А.М. Двосекторна еколого-економічна модель оптимального розвитку / А.М. Онищенко // Економіка та держава. – 2011. – № 5. – С. 24 – 28.
88. Antoniuk O.P. The Analysis of Pollution Consequences in Kryvyi Rig Region / O.P. Antoniuk // Nauka i studia. – 2012. – № 1. – Р. 5 – 11.
89. Антонюк О.П. Аналіз проблеми використання шахтних вод як альтернативного ресурсу промислового водопостачання Кривбасу / О.П. Антонюк // Економічний простір: зб. наук. пр. – Вип. 56/2. – Д.: ПДАБА, 2011. – С. 251 – 259.

90. Пістунов І.М. Нечітка кластеризація показників забруднення стічних шахтних вод / І.М. Пістунов, О.П. Антонюк // Економіка: проблеми теорії та практики: зб. наук. пр. – Д.: ДНУ, 2009. – Вип. 251. – Т. VI. – С. 1535 – 1540.
91. Антонюк О.П. Нечітка кластеризація показників забруднення стічних шахтних вод під комплексним впливом економічних та екологічних показників / О.П. Антонюк // Проблеми і перспективи інноваційного розвитку економіки України: матеріали міжнар. наук.-практ. конф. – Д.: Національний гірничий університет, 2009. – Т. 3. – С. 118 – 119.
92. Соколов Л.И. Плата за загрязнение водных объектов: учеб. пособие / Л.И. Соколов; Вологодск. гос. техн. ун-т. – Вологда: ВоГТУ, 2006. – 64 с.
93. Чертопруд М.В. Разнообразие водных систем: учеб. пособие / М.В. Чертопруд – М.: Моск. гос. ун-та, 2007. – 64 с.
94. Williams W.D. Anthropogenic salinisation of inland waters / W.D. Williams // Hydrobiologia. – Australia: Springer, 2001. – V. 466. – Num. 1 – 3. – P. 329 – 337.
95. Melack J.M. Re-appearance of rotifers in hypersaline Mono Lake, California, during a period of rising lake levels and decreasing salinity / J.M. Melack, R. Jellison & D.B. Herbst (eds). // Hydrobiologia. – Australia: Hydrobiologia, 2001. – V. 466. – Num. 1 – 3. – P. 39 – 43.
96. Отчет ЮНЕСКО о программе «По оздоровлению Днепра» [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://gp-info.forest.ru/dnipro/html/rus/chart/chart4.1.htm>.
97. Влияние железорудного отвала на изменения петрофизических свойств подстилающих пород / [О.В. Орлинская, В.Н. Шастун, Д.С. Пикареня и др.] // Збірник наукових праць Національного гірничого університету. – Д., 2009. – № 33, т. 1. – С. 57.
98. Крапивин В.Ф. Математическое моделирование глобальных биосферных процессов / В.Ф. Крапивин, Ю.М. Свирежев, А.М. Тарко – М.: Наука, 1982. – 272с.
99. Данилов – Данильян В.И. Потребление воды: экологический, экономический, социальный и политический аспекты / В.И. Данилов – Данильян, К.С. Лосев. – М.: Наука, 2006. – 218 с.
100. Ступин Д.Ю. Загрязнение почв и новейшие технологии их восстановления: учеб. пособие / Д.Ю. Ступин. – СПб: Лань, 2009. – 432 с.
101. Принципи моделювання та прогнозування в екології: підручник / [В.В. Богобоящий, К.Р. Курбанов, П.Б. Палій, В.М. Шмандій]. – К.: Центр навчальної літератури, 2004. – 216 с.
102. Берлянд М.Е. Современные проблемы атмосферной диффузии и загрязнения атмосферы / М.Е. Берлянд. – Ленинград: Гидрометеиздат, 1975. – 448 с.
103. Голиков А. П. Регіональна економіка та природоко-ристування: навч. посібник / [А.П. Голиков, О.Г. Дейнека, Л.О. Позднякова, П.О. Черномаз]; за ред. А.П. Голикова. – К.: Центр учб. л-ри, 2009. – 352 с.
104. Регламент скиду надлишків зворотних вод гірничорудних підприємств Кривбасу у 2007 – 2008 роках. – К.: М-во охорони навколишнього природного середовища України, 2007. – 38 с.
105. Казначеев В.П. Ноосферная экология и экономика человека. Проблемы «Сфинкса XXI века» / В.П. Казначеев, А.А. Кисельников, И.Ф. Мингазов; под общ. ред. В.П. Казначеева. – Новосибирск: [б. и.], 2005. – 448 с.

106. Шицкова А.П. Гармония или трагедия? Научно-технический прогресс, природа, человек / А.П. Шицкова, Ю.В. Новиков; отв. ред. В.П. Казначеев. – М.: Наука, 1989. – 270 с.
107. Мировая статистика здравоохранения [Электронный ресурс]: дані офіційного сайту ВООЗ. – Режим доступу: [http://www.who.int/whosis/whostat/RU\\_WHS10\\_Full.pdf](http://www.who.int/whosis/whostat/RU_WHS10_Full.pdf)
108. Гнатейко О.З. Екогенетичні аспекти патології людини, спричиненої впливом шкідливих факторів зовнішнього середовища / О.З. Гнатейко, Н.С. Лук'яненко: Ін-т спадкової патології АМН України // Здоровье ребенка – 2007. – № 6(9). – С. 82 – 87.
109. Рудько Г.І. Вплив твердості питної води на здоров'я людини / Г.І. Рудько, О.О. Мацієвська // Вісник Національного університету «Львівська політехніка». Сер. Теплоенергетика. Інженерія довкілля. Автоматизація. – 2010. – № 677. – С. 17 – 21.
110. Рыженко С.А. Медико-экологические проблемы Кривого Рога / С.А. Рыженко // Одесский медицинский журнал. – 2007. – № 4. – С. 83 – 87.
111. Статистичний щорічник України за 2009 р. – К.: Техніка, 2009. – 528 с.
112. Методика визначення еколого-економічного коефіцієнта для установлення витрат місцевих рад на охорону здоров'я населення міст обласного підпорядкування і сільських районів Дніпропетровської області / Інститут проблем природокористування та екології НАН України – Д.: Інститут проблем природокористування та екології, 2007 р. – с. 15.
113. Гавриленко О.П. Екогеографія України: навч. посіб. / О.П. Гавриленко. – К.: ІЗМН, 1996. – 156 с.
114. Пономаренко В.М. Проблеми удосконалення системи управління в галузі охорони здоров'я і шляхи їх вирішення / В.М. Пономаренко, О.М. Ціборовський // Вісник соціальної гігієни та організації охорони здоров'я. – 2003. – № 2. – С. 5 – 8.
115. Інформаційний бюлетень Міжнародного центру перспективних досліджень [Електронний ресурс] / Режим доступу: <http://www.icps.com.ua/publications.html>.
116. Медоуз Д. Пределы роста. 30 лет спустя: пер. с англ. / Д. Медоуз, Й. Рандерс, Д. Медоуз. – М.: Академкнига, 2007. – 342 с.
117. Медико-екологічні проблеми Кривбасу / [С.А. Рыженко, В.Г. Капшук, А.Ю. Лисий, С.В. Дьоміна] // Медичні перспективи. – 2006. – № 2, т. XI. – С. 122 – 128.
118. Лысый А.Е. Экология Кривбасса: социально-гигиенические проблемы и перспективы оздоровления / А.Е. Лысый, В.М. Артюх, С.А. Рыженко. – Кривой Рог: Кривбассавтоматика плюс, 2002. – 226 с.
119. Экологические и социально-гигиенические проблемы и пути оздоровления крупного промышленного региона: моногр. / [А.Е. Лысый, С.А. Рыженко, И.П. Козьярин и др.] – Кривой Рог: ООО «Етюд-Сервис», 2007. – 428 с.
120. Еколого-гігієнічна оцінка стану навколишнього середовища та здоров'я населення Кривбасу і розробка оздоровчих заходів / [А.Ю. Лисий, В.А. Місюра, С.А. Рыженко та ін.] // Вісник Криворізького технічного університету: зб. наук. пр. – Кривий Ріг: Криворізький технічний університет, 2008. – Вип. 20. – С. 204 – 209.
121. Людський потенціал: механізми збереження та розвитку: моногр. / [О.Ф. Новікова, О.І. Амоша, В.П. Антонюк та ін.]; Ін-т економіки пром-сті НАН України. – Донецьк: Інститут економіки промисловості, 2008. – 468 с.

122. Корхін А.С. Комп'ютерна статистика: навч. посіб.: у 3 ч., Ч. 2. Статистичний аналіз зв'язків між ознаками. Ряди динаміки. Статистичні індекси. Елементи економічної статистики / А.С. Корхін, О.П. Мінакова. – Д.: Національний гірничий університет, 2009. – 239 с.
123. Показники стану здоров'я населення Дніпропетровської області в 2008 – 2009 рр. / Голов. упр. охорони здоров'я облдержадміністрації; Обласний інформ.-аналіт. центр мед. статистики; відп. уклад. С.С. Росточило. – Д.: Обласний інформаційно-аналітичний центр мед. статистики, 2010. – 160 с.
124. Ершов Э.Б. Распространение коэффициента детерминации на общий случай линейной регрессии, оцениваемой с помощью различных версий метода наименьших квадратов / Э.Б. Ершов // Экономика и математические методы. – 2002. – № 3, т. 38. – С. 107 – 120.
125. Бард И. Нелинейное оценивание параметров / И. Бард – М.: Статистика, 1979. – 349 с.
126. Naario H. Combining soft and hard modelling in chemical kinetics models / H. Naario, V-M. Taavitsainen // Chemometrics and Intelligent Laboratory Systems. – 1998. – № 1, vol. 44. – P. 77 – 98.
127. Эсбенсен К. Анализ многомерных данных / К. Эсбенсен; сокр. пер. с англ. под ред. О. Родионовой. – М: ИПХФ РАН, 2005. – 204 с.
128. Knorov P.S. Regression Analysis Under a Priori Parameter Restrictions / P.S. Knorov, A.S. Korhinen. – New York: Springer, 2011. – 234 p.
129. Пістунов І.М. Аналіз захворюваності населення в м. Кривий Ріг, спричиненої екологічними факторами, та розрахунок витрат на лікування / І.М. Пістунов, О.П. Антонюк // Науковий вісник Національного гірничого університету. – 2011. – № 1. – С. 107 – 112.
130. Пістунов І.М. Витрати на лікування населення м. Кривий Ріг як складова платежу «Збір за забруднення навколишнього природного середовища» / І.М. Пістунов, О.П. Антонюк // Науковий вісник Національного гірничого університету. – 2011. – № 4. – С. 126 – 132.
131. Пістунов І.М. Апроксимація залежності кількості хворих від обсягів вмісту забруднюючих речовин у водному середовищі м. Кривий Ріг / І.М. Пістунов, О.П. Антонюк // Науковий вісник Національного гірничого університету. – 2011. – № 5. – С. 143 – 148.
132. Пістунов І.М. Моделирование периодических процессов в экономике / І.М. Пістунов, М.І. Пістунов / Экономика: проблемы теории та практики: зб. наук. пр. – Д.: ДНУ, 2001. – Вип. 135. – С. 204 – 207.
133. Антонюк О.П. Вода – як інтегральний показник забруднення Кривбасу / О.П. Антонюк // Сталий розвиток та екологічна безпека суспільства в економічних трансформаціях: матеріали всеукраїнської наук.-практ. конф. – Сімферополь: Фенікс, 2011. – С. 22 – 24.
134. Антонюк О.П. Динаміка фінансування природоохоронних заходів із Державного бюджету за розділом «Охорона навколишнього природного середовища та ядерна безпека» за 1999 – 2009 роки / О.П. Антонюк // Проблеми і перспективи інноваційного розвитку економіки України: матеріали міжнар. наук.-практ. конф. – Д.: Національний гірничий університет, 2010. – Т. 2. – С. 81 – 82.

135. Закон України «Про державне прогнозування та розроблення програм економічного і соціального розвитку України» від 23.03.2000 р. № 1602-III // Відомості Верховної Ради України. – 2000. – № 25. – Ст. 195.

136. Наказ Міністерства охорони здоров'я України «Методика розрахунку потреби в протитуберкульозних препаратах» від 25.03.2011 р. № 163 // Офіційний вісник України. – 2011. – № 50. – С. 86.

137. Наказ Міністерства охорони здоров'я України «Про затвердження Уніфікованої методики з розробки клінічних настанов, медичних стандартів, уніфікованих клінічних протоколів медичної допомоги, локальних протоколів медичної допомоги (клінічних маршрутів пацієнтів) на засадах доказової медицини (частина друга)» від 03.11.2009 р. № 798/95 [Електронний ресурс] / Наказ Міністерства охорони здоров'я України. – Режим доступу: [http://www.moz.gov.ua/ua/portal/dn\\_20091103\\_798\\_.html](http://www.moz.gov.ua/ua/portal/dn_20091103_798_.html).

138. Наказ Міністерства охорони здоров'я України «Про затвердження Галузевої програми стандартизації медичної допомоги на період до 2020 року» від 19.09.2011 р. № 597 [Електронний ресурс]. – Режим доступу: [http://www.moz.gov.ua/ua/portal/dn\\_20110916\\_597.html](http://www.moz.gov.ua/ua/portal/dn_20110916_597.html)

139. Прейскурант медичних послуг, що надає КЗ ДОКБ ім. І.І. Мечникова / затв. В.А. Павлов; КЗ ДОКБ ім. І.І. Мечникова Міністерство охорони здоров'я України. – Д.: КЗ ДОКБ ім. І.І. Мечникова, 2010. – 20 с.

140. Чернишов В.А. Фармакологічні аспекти гіпотензивної та гіполіпідемічної терапії при метаболічному синдромі / В.А.Чернишов, О.В. Мисниченко, Л.В. Богун; ДУ Інститут терапії ім. Л.Т. Малої АМН України // Український терапевтичний журнал. – 2008. – № 4. – С. 27.

141. Подколзина М.В. Определение страхового перечня препаратов (основного и дополнительного) специальной терапии стенокардии / М.В.Подколзина, А.С. Немченко, Д.И. Дмитриевский // Провізор. – 1999. – № 13. – С. 24 – 27.

142. Безюк Н.Н. Фармакотерапия сердечнососудистых заболеваний в Украине: нереализованные возможности / Н.Н. Безюк // Здоров'я України. – 2008. – № 12 (193). – С. 16 – 17.

143. Федоренко І.А. Оцінка потенціалу фармацевтичного ринку регіонів України / І.А. Федоренко // Вісник фармації. – 2010. – № 8. – С. 187 – 191.

144. Наказ Міністерства охорони здоров'я України «Про затвердження протоколу надання медичної допомоги хворим на туберкульоз» від 28.01.2005 р. № 45 [Електронний ресурс] / Міністерство охорони здоров'я України – Режим доступу: <http://uazakon.com/big/text598/pg1.htm>.

145. Наказ Міністерства фінансів України «Про затвердження Інструкції щодо застосування економічної класифікації видатків бюджету та Інструкції щодо застосування класифікації кредитування бюджету» від 12.03.2012 № 333 // Офіційний вісник України. – 2012. – № 27. – с. 78.

146. Бюджетний кодекс від 08.07.2010 р. № 2456-VI // Відомості Верховної Ради України. – 2010. – № 50 – 51. – Ст. 1778.

147. Ляшенко Ю.І. Формування бюджетних коштів України в умовах ринкової трансформації економіки (теорія і практика): моногр. / Ю.І. Ляшенко. – Ірпінь: Академія ДПС України, 2003. – 199 с.

148. Сазонець І.Л. Управління місцевими фінансами: навч. посіб. / І.Л. Сазонець. – К.: Центр навчальної літератури, 2006. – 261 с.

149. Мацелик М.О. Фінансове право України: навч. посіб. / М.О. Мацелик. – К.: Центр учбової літератури, 2009. – 240 с.

150. Рішення обласної ради «Про довгострокову програму по вирішенню екологічних проблем Кривбасу та поліпшенню стану навколишнього природного середовища на 2011 – 2022 роки» від 29.04.2011 р. № 110-6/VI [Електронний ресурс] / Офіційний сайт Дніпропетровської обласної державної адміністрації. – Режим доступу до програми: <http://www.oblrada.dp.ua/official-records/decisions/22/617>.

151. Антонюк О.П. Прогнозування залежності рівня захворюваності населення міста Кривий Ріг від впливу техногенного забруднення / О.П. Антонюк // Економічний часопис-XXI. – 2012. – № 1. – С. 59 – 65.

152. Антонюк О. П. Кошти екологічного податку як додаткове джерело фінансування сфери охорони здоров'я України / О.П. Антонюк // Перспективні наукові дослідження: матеріали міжнар. наук.-практ. конф. – Софія: «Бял ГРАД-БГ» ООД, 2012. – С. 44 – 46.

153. Антонюк О.П. Моделювання обсягу економічного відшкодування збитків від техногенного забруднення регіональної соціально-економічної системи. / О.П. Антонюк // Проблеми і перспективи інноваційного розвитку економіки України: матеріали міжнар. наук.-практ. конф. – Д.: Національний гірничий університет, 2012. – Т. 2. – С. 61 – 63.

Наукове видання

**Антонюк** Оксана Петрівна  
**Пістунів** Ігор Миколайович

**ПРОГНОЗУВАННЯ ОБСЯГІВ  
ЕКОНОМІЧНОГО ВІДШКОДУВАННЯ НАСЛІДКІВ ТЕХНОГЕННОГО  
ЗАБРУДНЕННЯ КРИВОРІЗЬКОГО РЕГІОНУ**

Монографія

В авторській редакції

Комп'ютерна верстка авторів

Підп. до друку 22.03.2013. Формат 30 x 42/4.  
Папір офсетний. Ризографія. Ум. друк. арк. 6,5.  
Обл.-вид. арк. 6,5. Тираж 300 пр. Зам. №

Підготовлено до друку та надруковано  
в Державному вищому навчальному закладі  
«Національний гірничий університет».  
Свідоцтво про внесення до Державного реєстру ДК №1842 від 11.06.2004.

49005, м. Дніпропетровськ, просп. К. Маркса, 19.