МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
ЗАПОРІЗЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ

ЕКОНОМІЧНИЙ ФАКУЛЬТЕТ
КАФЕДРА ЕКОНОМІЧНОЇ КІБЕРНЕТИКИ

Кваліфікаційна робота магістра

на тему Моделювання рівня екологічної безпеки Запорізької області

Виконав студент II курсу, групи 8.0519-ек
спеціальності _____051 Економіка_____
(код і назва спеціальності)
освітньої програми __Економічна кібернетика_
(код і назва освітньої програми)
_____Т.А. Татосян_____
(ініціали та прізвище)

Керівник _____к.е.н., доц. Макаренко О.І.____
(посада, вчене звання, науковий ступінь, прізвище та ініціали)
Рецензент___доцент, к.е.н., _Чеверда С.С. _____
(посада, вчене звання, науковий ступінь, прізвище та ініціали)

Запоріжжя
2020

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
ЗАПОРІЗЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ

Факультет_____
Кафедра_____
Рівень вищої освіти_____
Спеціальність _____
(код та назва)
Освітня програма _____
(код та назва)
Спеціалізація _____
(код та назва)

ЗАТВЕРДЖУЮ
Завідувач кафедри _____
(підпис)
«____»_____20_____ року

З А В Д А Н Н Я
НА КВАЛІФІКАЦІЙНУ РОБОТУ СТУДЕНТОВІ

Татосяну Тарасу Аліковічу

1 Тема роботи «Моделювання рівня екологічної безпеки Запорізької області»

керівник роботи к. е. н.,Макаренко Олена Іванівна
затверджені наказом ЗНУ від «___»_____20__року №_____

2 Строк подання студентом роботи _____
3 Вихідні дані до роботи _____
_____
_____
4 Зміст розрахунково-пояснювальної записки (перелік питань, які потрібно розробити)_____
_____
5 Перелік графічного матеріалу (з точним зазначенням обов'язкових креслень)
_____
_____
_____
_____
_____
_____

6. Консультанти розділів роботи

Розділ	Прізвище, ініціали та посада консультанта	Підпис, дата	
		завдання видав	завдання прийняв

7. Дата видачі завдання _____

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

№ з/п	Назва етапів кваліфікаційної роботи	Строк виконання етапів роботи	Примітка

Студент _____ _____
(підпис) (ініціали та прізвище)

Керівник роботи (проекту) _____ _____
(підпис) (ініціали та прізвище)

Нормоконтроль пройдено

Нормоконтролер _____ _____
(підпис) (ініціали та прізвище)

РЕФЕРАТ

Кваліфікаційна робота магістра містить три розділи, 73 с., 21 рис., 9 табл., 4 додатки, 45 джерел.

Об’єкт дослідження – екологічна безпека.

Предмет дослідження – математичні моделі та методи оцінювання рівня екологічної безпеки.

Мета кваліфікаційної - розробка когнітивної моделі оцінювання впливу факторів на стан екологічної безпеки території, побудова моделі оцінювання рівня екологічної безпеки Запорізької області.

Методи дослідження – загальнонаукові (аналіз, синтез, узагальнення), збору інформації (спостереження), обробки інформації (групування, аналітичні таблиці, графічне зображення, індекси), когнітивного моделювання, кореляційно-регресійного аналізу.

У роботі досліджено поняття екологічної безпеки, визначено її основні складові. Проаналізовано принципи екологічної безпеки. Проаналізовано математичні моделі та методи оцінювання екологічної безпеки. Визначено фактори, що впливають на рівень екологічної безпеки. Побудовано когнітивну модель впливу факторів на стан екологічної безпеки території. Проаналізовано екологічний стан Запорізької області. Враховуючи динаміку соціальних, економічних чинників та показників забруднення навколишнього середовища визначено, що він є незадовільним. Запропоновано для оцінювання рівня екологічної безпеки території застосовувати інтегральний показник, що враховує три групи чинників: соціально-демографічні, виробничі та антропогенні чинники навколишнього середовища. Побудовано економетричну модель оцінювання рівня екологічної безпеки Запорізької області.

ЕКОЛОГІЧНА БЕЗПЕКА, ІНТЕГРАЛЬНИЙ ПОКАЗНИК, КОГНІТИВНА МОДЕЛЬ, РІВЕНЬ ЕКОЛОГІЧНОЇ БЕЗПЕКИ, ЧИННИКИ

.

SUMMARY

Master's qualification work consists of three sections, 73 p., 21 figures, 9 tables, 4 annexes, 45 sources.

The object of the study is an environmental safety.

The subject of research is mathematical models and methods for assessing the level of environmental safety.

The purpose of the qualification is to develop a cognitive model for assessing the impact of factors on the state of environmental safety of the territory, building a model for assessing the level of environmental safety of Zaporozhye region.

Research methods - general science (analysis, synthesis, generalization), information collection (observation), information processing (grouping, analytical tables, graphical representation, indexes), cognitive modeling, correlation and regression analysis.

The concept of ecological safety is investigated in the work, its basic components are defined. The principles of ecological safety are analyzed. Mathematical models and methods of environmental safety assessment are analyzed. Factors influencing the level of ecological safety are determined. A cognitive model of the influence of factors on the state of ecological safety of the territory is built. The ecological condition of Zaporizhia region is analyzed. Given the dynamics of social, economic factors and indicators of environmental pollution, it is determined that it is unsatisfactory. It is proposed to use an integrated indicator to assess the level of ecological safety of the territory, which takes into account three groups of factors: socio-demographic, industrial and anthropogenic environmental factors. An econometric model for assessing the level of environmental safety of Zaporizhia region has been built.

ENVIRONMENTAL SAFETY, INTEGRAL INDICATOR, COGNITIVE MODEL, LEVEL OF ENVIRONMENTAL SAFETY, FACTORS

ЗМІСТ

ЗАВДАННЯ НА КВАЛІФІКАЦІЙНУ РОБОТУ..
РЕФЕРАТ
SUMMARY
ВСТУП……. 7
РОЗДІЛ 1 ТЕОРЕТИЧНІ ЗАСАДИ ДОСЛІДЖЕННЯ ЕКОЛОГІЧНОЇ БЕЗПЕКИ ……..…….... 10
1.1 Екологічна безпека: поняття, сутність, принципи…… 10
1.2 Аналіз факторів, що впливають на екологічну безпеку території…….. 20
1.3 Аналіз сучасних наукових досліджень екологічної безпеки через призму економічного розвитку…….…….. 28
РОЗДІЛ 2 МАТЕМАТИЧНІ МЕТОДИ ТА МОДЕЛІ, ЩО ВИКОРИСТОВУЮТЬСЯ ДЛЯ ДОСЛІДЖЕННЯ ЕКОЛОГІЧНОЇ БЕЗПЕКИ…….……. 34
2.1 Методологічні підходи до оцінювання екологічної безпеки…… 34
2.2 Когнітивне моделювання в аналізі складних систем……...…….. 40
2.3 Когнітивна модель оцінювання впливу показників на стан екологічної безпеки території ……..…….. 47
РОЗДІЛ 3 ОЦІНЮВАННЯ РІВНЯ ЕКОЛОГІЧНОЇ БЕЗПЕКИ ЗАПОРІЗЬКОЇ ОБЛАСТІ ……..…….…… 55
3.1 Аналіз екологічного стану Запорізької області…….. 55
3.2 Розрахунок рівня екологічної безпеки Запорізької області....…….. 64
3.3 Побудова моделі оцінювання рівня екологічної безпеки Запорізької області…….…….. 70
ВИСНОВКИ…….. 72
ПЕРЕЛІК ДЖЕРЕЛ ПОСИЛАНЬ……...…… 74
ДОДАТОК А …….…….. 79
ДОДАТОК Б …….…….. 80
ДОДАТОК В …….…….. 81
ДОДАТОК Г …….…….. 82

ВСТУП

Значний природно-ресурсний потенціал України є запорукою сталого економічного розвитку. Проте, низький рівень використання ресурсозберігаючих, природоохоронних технологій, високий рівень техногенного навантаження, великий обсяг відходів виробництва та споживання (при низькому рівні їх переробки, вторинного використання, утилізації) сприяють зростанню загроз екологічній безпеці, що негативно впливає на соціально-економічне становище країни та регіону, зокрема.

Законом України «Про охорону навколишнього природного середовища» визначено, що екологічна безпека це «такий стан навколишнього природного середовища, при якому забезпечується попередження погіршення екологічної обстановки та виникнення небезпеки для здоров'я людей» [1]. Екологічна безпека є складовою національної безпеки, що забезпечує захищеність життєво важливих інтересів країни, суспільства, людини від реальних чи потенційних загроз, які формуються під впливом антропогенних чи природних чинників.

Проблема екологічної безпеки є однією з найважливіших та є об'єктом не тільки внутрішньої, але й світової політики. На території України екологічна ситуація є кризовою та проявляється у високому рівні антропогенного навантаження на довкілля, тобто вплив факторів, які породжуються будь-якою діяльністю людини, на природне середовище є надзвичайно сильним. Тому, екологічна складова є однією з пріоритетних складових соціального-економічного розвитку території.

Проблемам дослідження екологічної безпеки присвячено наукові праці таких вчених як: О. Власюк, В. Горлинський, Д. Зеркалов, А. Качинський, М. Клименко, Е. Лібанова, Г. Хміль, А. Яцик та інших. Науковці визначають, що існують різні підходи до визначення сутності екологічної безпеки. Проблеми економічного розвитку регіонів, питання впливу складових економічного потенціалу регіонів, в тому числі екологічної складавої, на соціально-економічні процеси, фундаментальні й прикладні засади

територіального розвитку, проблеми розробки та реалізації регіональної політики держави досліджували такі вітчизняні науковці: З. Варналій, В. Геєць, М. Герасимчук, Б. Данилишин, М. Долішній, І. Лукінов, І. Мурашко та інші.

Проте, питання моделювання рівня екологічної безпеки, визначення впливу різних факторів на рівень екологічної безпеки висвітлено недостатньо, що і обумовлює актуальність теми дослідження.

Об'єктом дослідження є екологічна безпека.

Предмет дослідження є математичні моделі та методи оцінювання рівня екологічної безпеки.

Метою кваліфікаційної роботи є розробка когнітивної моделі експрес-оцінювання впливу показників соціально-економічного розвитку на стан екологічної безпеки території та розробка сценаріїв розвитку екологічної безпеки Запорізької області.

Для досягнення мети в роботі поставлено такі завдання:

- дослідити поняття «екологічна безпека», визначити її основні складові;
- проаналізувати математичні моделі та методи оцінювання екологічної безпеки;
- розробити когнітивну модель оцінювання впливу факторів на стан екологічної безпеки території;
- розробити інтегральний показник рівня екологічної безпеки території;
- побудувати модель оцінювання рівня екологічної безпеки Запорізької області.

Наукова новизна кваліфікаційної роботи магістра полягає у розробці когнітивної моделі оцінювання впливу факторів на стан екологічної безпеки території, розробка інтегрального показника оцінки рівня екологічної безпеки, що враховує три групи чинників: соціально-демографічні, виробничі та антропогенні чинники навколишнього середовища.

Результати дослідження апробовано на XIV Міжнародній науково-

практичній конференції «Управління соціально-економічним розвитком регіонів та держави» (м. Запоріжжя, 17 квітня 2020 р. в ВНЗ «Запорізький національний університет»).

РОЗДІЛ 1
ТЕОРЕТИЧНІ ЗАСАДИ ДОСЛІДЖЕННЯ ЕКОЛОГІЧНОЇ БЕЗПЕКИ

1.1 Екологічна безпека: поняття, сутність, принципи

Господарська діяльність людини впливає на стан навколишнього середовища. Усвідомлення глобальної екологічної катастрофи, змушує світову спільноту шукати шляхи виходу з кризової ситуації. Висновок про необхідність переходу цивілізації до екологічно збалансованого розвитку має безпосереднє відношення до небезпеки, яка загрожує не тільки біосфері, але й людській цивілізації, змушує світову спільноту шукати шляхи виходу з кризової ситуації. Для подолання екологічної кризи і гострих протиріч у взаємовідносинах суспільства і природи необхідний новий образ мислення, перехід до екологізації економіки та виробництва, а в перспективі - до постіндустріальної екологічно орієнтованої цивілізації. Вся жива природа являє собою єдину мережу речових, енергетичних та інформаційних взаємодій, організованих у вигляді замкнутих авторегуляторних циклів. У надрах цієї системи порівняно недавно виникла і стрімко розрослася технічна сфера (техносфера) - породження людської цивілізації. Техносфера порушила замкнутість природних кругообігів. Люди розімкнули коло життя в біосфері, створивши чисельні цикли і лінійні ланцюги штучних подій. Сучасна еколого-економічна ситуація вказує на необхідність заміни сформованого техноцентричного способу економіки на стійкий екологічно збалансований тип господарського розвитку. Потрібен перегляд пріоритетів як у макро-, так і в мікроекономіці.

Науково-технічний прогрес зумовлює зростання обсягів та масштабів цієї діяльності, що у свою чергу спричиняє посилення антропогенного тиску на довкілля. Наслідком впливу людини на довкілля є: порушення рівноваги (навіть незворотні) природного середовища (забруднення повітря, водних ресурсів, зникнення окремих видів тварин, рослин, вичерпання невідновлених корисних

копалин тощо); виникнення соціально-економічних проблем (погіршення умов відтворення трудових ресурсів, стану здоров'я населення, зниження добробуту населення тощо). Отже, виникає небезпека, тобто реальна чи потенційна можливість виникнення негативних змін навколишнього середовища.

Можна умовно виділити такі групи джерел небезпеки: природні техногенні, соціальні (рис. 1.1).

Рисунок 1.1 – Джерела небезпеки.

Варто зазначити, що небезпека властива тим процесам що здійснюються з використанням речовин, інформації, енергії тощо. У свою чергу, діяльність людини щодо задоволення власних потреб завжди пов'язана з такими процесами. Отже, виникає протиріччя: сама по собі діяльність людини є джерелом небезпеки, тобто щоб уникнути небезпеки людина має нічого не робити? Діяльність щодо задоволення потреб людини зумовлює виникнення потреби у безпеці.

У загальному розумінні, категорію «безпека» можна трактувати як стан захищеності життєво важливих інтересів усіх об'єктів безпеки (держави,

суспільства, особистості) від реальних чи потенційних, різних за своїм походженням, зовнішніх та внутрішніх небезпек: політичних, економічних, військових, інформаційних, екологічних тощо.

Поняття «безпека» у науковій літературі трактується по-різному (табл. 1.1).

Таблиця 1.1 - Визначення поняття «безпека» у науковій літературі

№ п/п	Поняття	Джерело
1	2	3
1	«Безпека – це такі умови, в яких перебуває складна система, коли дія зовнішніх факторів і внутрішніх чинників не призводить до процесів, що вважаються негативними по відношенню до даної складної системи у відповідності до наявних, на даному етапі, потреб, знань та уявлень» [2].	Юридична енциклопедія : [у 6 т.] / ред. кол. Ю. С. Шемшученко (відп. ред.) [та ін.] Київ, Українська енциклопедія ім. М. П. Бажана, 2004
2	«Безпека – стан захищеності кожної окремої особи, суспільства, оточуючого людину середовища від небезпек, обумовлених всіма можливими причинами (екологічного, соціально-економічного, техногенного та іншого характеру)» [3].	Гошовський С. В. Екологічна безпека техноприродних геосистем у зв'язку з катастрофічним розвитком геологічних процесів / С. В. Гошовський, Г. І. Рудько, Б. М. Преснер. – К. : ЗАТ «Нічлава», 2002. – 624 с.
3	«Безпека - стан діяльності, при якому з достатньою ймовірністю виключений прояв небезпек (або відсутність явної небезпеки)» [4]	Данилишин Б. М. Наукові основи прогнозування природно-техногенної (екологічної) безпеки : монографія / Б. М. Данилишин, В. В. Ковтун, А. В. Степаненко. – К. : Лекс Дім, 2004. – 551 с.
4	«Безпека - це збалансований стан людини, соціуму, держави, природних і антропогенних систем тощо» [5].	Безпека життєдіяльності: підручник / Л.Е. Піскунова, В.А. Прилипко, Т.О. Зубок. – К.: ВЦ «Академія», 2014. – 224 с.

У дослідженнях Г. Анісімова, А. Гетьман, М. Шульга [6] визначено

класифікаційні ознаки екологічної безпеки. Класифікацію безпеки за різними ознаками представлено на рис. 1.2.

За функціональною ознакою	соціальна
	економічна
	політична
	екологічна
	військова
	інформаційна тощо
За масштабом території	глобальна
	транснаціональна
	національна (державна)
	регіональна
	локальна
За об'єктами охорони	загальна
	особиста
За масштабом шкідливого впливу	зовнішня
	внутрішня
За екологічно небезпечними видами діяльності	технічна
	хімічна
	токсічна
	біологічна
	радіоційна
	ядерна
	гідротехнічних споруд
	транспортних засобів тощо

Рисунок 1.2 - Класифікація безпеки за різники ознаками [6].

Всі рівні безпеки пов’язані між собою та взаємо підпорядковані. Наприклад, якщо певний вид небезпеки загрожує країні, то забезпечити безпеку певної території неможливо. Варто зазначити, що людина - це головний об’єкт безпеки, тому особиста безпека індивідууму являється головним критерієм всіх інших видів безпеки.

Законом України «Про національну безпеку» [7] визначено, що однією з головних функцій держави є забезпечення безпеки суспільства за рахунок розробки та впровадження заходів державного регулювання безпеки. Тобто, створення системи державної безпеки, як комплексу взаємопов’язаних елементів, дозволить забезпечити високий рівень безпеки у суспільстві. Отже, держава - основний суб’єкт забезпечення безпеки - реалізує свої функції щодо безпеки через законодавчу, виконавчу та судову влади.

Залежно від ймовірності виникнення небезпек техногенного, природного чи соціального походження виділяють абсолютну, прийнятну та неприйнятну безпеку (рис. 1.3).

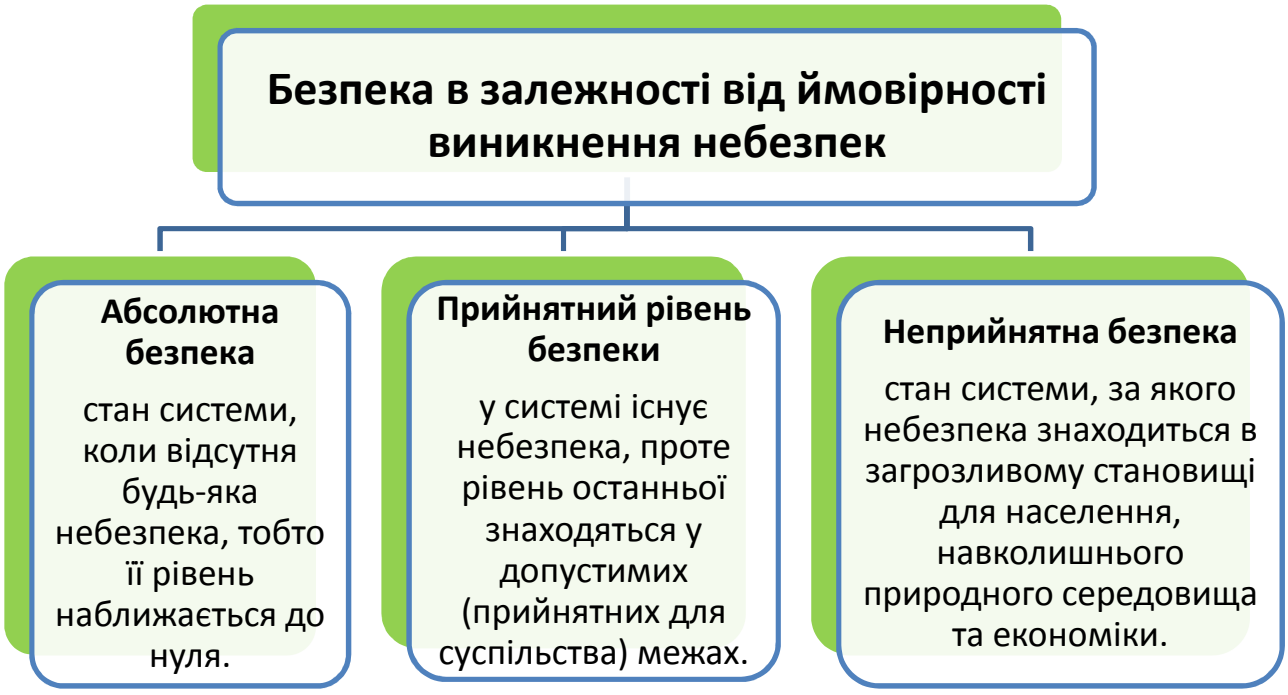


Рисунок 1.3 - Безпека в залежності від ймовірності виникнення небезпек [6].

Складовою комплексної безпеки території є екологічна безпека – тобто

такий стан навколишнього природного середовища, за якого гарантована захищеність життєво важливих інтересів держави (особи, суспільства) від реальних чи потенційних загроз, що створюються природним або антропогенним впливом на навколишнє природне середовище. Поняття «екологічна безпека» у науковій літературі трактується по-різному (табл. 1.2).

Таблиця 1.2 - Визначення поняття «екологічна безпека» у науковій літературі

№ п/п	Поняття	Джерело
1	«Екологічна безпека - це такий стан навколишнього природного середовища, при якому забезпечується попередження погіршення екологічної обстановки та виникнення небезпеки для здоров'я людей» [1].	Закон України «Про охорону навколишнього природного середовища» (ст. 50) https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/1264-12#n606
2	«Екологічна безпека – це компонент національної безпеки, що забезпечує захищеність життєво важливих інтересів людини, суспільства, довкілля та держави від реальних чи потенційних загроз, які створюються антропогенними чи природними чинниками відносно навколишнього середовища» [8].	Качинський А.Б. Екологічна безпека України: системний аналіз перспектив покращення. Монографія. 251 с. https://www.twirpx.com/file/434108/
3	«Екологічна безпека - це сукупність природних, соціальних та інших умов, що забезпечують безпечне життя і діяльність проживає (або діючого) на даній території населення» [9].	Сталінська І. В. Конспект лекцій з дисципліни «Забезпечення екологічної безпеки» Харків. ХНУМГ ім. О. М. Бекетова, 2017. 88с.
4	«Екологічна безпека - стан захищеності особистості, суспільства, держави від потенційних або реальних загроз, що створюються наслідками шкідливого впливу на навколишнє середовище, що викликаються повсякденним забрудненням довкілля в зв'язку з господарською діяльністю людини, функціонуванням виробничих об'єктів, а також в результаті стихійних лих і катастроф» [10].	Хилько М.І. Екологічна безпека України: Навчальний посібник/ М. І. Хилько. Київ, 2017

Продовження Таблиці 1.2

№ п/п	Поняття	Джерело
5	«Екологічна безпека - запобігання існуючої загрози значного погіршення екологічних параметрів довкілля людей і біосфери в цілому, станом атмосфери, гідросфери, літосфери і ближньої космосфери, видовим складом тваринного і рослинного світу, а також небезпеки виснаження невідновлюваних природних ресурсів в результаті різних видів діяльності людини» [10].	Хилько М.І. Екологічна безпека України: Навчальний посібник/ М. І. Хилько. –К., 2017
6	«Екологічна безпека - сума правил, спрямованих на охорону навколишнього середовища, раціональне природокористування, забезпечення прав людини на здорову і сприятливе навколишнє середовище» [6].	Екологічне право України: підручник Харків. Право, 2009. 328 с.
7	«Екологічна безпека - система політичних, правових, економічних, технологічних та інших заходів, спрямованих на забезпечення гарантій захищеності навколишнього середовища і життєво важливих інтересів людини і громадянина від можливого негативного впливу господарської та іншої діяльності і загроз виникнення надзвичайних ситуацій природного і техногенного характеру в сьогоденні і майбутньому часу; стан захищеності життєво важливих інтересів особистості, суспільства і навколишнього природного середовища від загроз, що виникають в результаті антропогенних і природних небезпечних впливів» [11].	Проект «Екологічний кодекс України»
8	«Екологічна безпека - складова національної безпеки, різновид соціальної діяльності, яка полягає в управлінні системою екологічної безпеки за якого державними та недержавними інституціями забезпечується екологічна рівновага і гарантується захист середовища проживання населення країни і біосфери в цілому, атмосфери, гідросфери, літосфери і космосфери, видового складу тваринного і рослинного світу, а також природних ресурсів» [12].	Соціальна та екологічна безпека діяльності:навч.посіб./ Г.І Кривогуз. –Одеса: ОРІДУ НАДУ, 2014. – 556 с.

Основними об’єктами екологічної безпеки є:

- людина з її правом на здорове життя у сприятливому навколишньому середовищі;
- суспільство з його матеріальними та духовними цінностями, що залежать від екологічного стану у країні;
- природні ресурси та природне середовище як основа розвитку суспільства та благополуччя майбутніх поколінь.

Розглянемо більш детально складові екологічної безпеки та принципи її забезпечення. У науковій літературі виділяють такі складові екологічної безпеки: природну та техногенну. Під природною екологічною безпекою розуміють стан захищеності довкілля, населення, людини від потенційно небезпечних природних явищ або впливу їх наслідків.

У широкому розумінні техногенна безпека – це відсутність дій, станів чи процесів у техносфері, які прямо чи опосередковано призводять (або можуть призвести) до негативних змін (наслідків) у навколишньому природному середовищі, відтворенні населення та економіці. При забезпеченні техногенної безпеки необхідно враховувати потенційну техногенну небезпеку, що пов’язана із наявністю серед об’єктів техносфери таких, раптові порушення технічних та технологічних процесів на яких можуть стати причиною виникнення значних за масштабами аварій чи катастроф.

Екологічні проблеми людства тісно пов'язані з економічними і соціальними. Регіональні екологічні проблеми часто стають прямим джерелом майнової нерівності, соціальних і геополітичних колізій. Перераховані вище проблеми зберігають своє значення і для України. Як і інші країни, Україна вносить істотний внесок в планетарну екологічну ситуацію. Разом з тим деякі екологічні проблеми набули в Україні своєрідність і гостроту, особливо в зв'язку зі змінами в політиці і економіці.

Враховуючи міжнародний та вітчизняний досвід управління екологічною безпекою можна виділити такі принципи забезпечення безпеки (рис. 1.4).

Рисунок 1.4 - Загальні принципи забезпечення екологічної безпеки [10].

Практичні принципи забезпечення екологічної безпеки:

- дотримання установлених державою допустимих рівнів впливу на навколишнє природне середовище;
- раціональне природокористування, тобто ресурсне забезпечення, що враховує інтереси теперішнього та майбутнього поколінь;
- взаємна відповідальність громад за стан навколишнього середовища;
- обов'язковість компенсація нанесених здоров'ю людині втрат внаслідок надзвичайних ситуацій;
- своєчасне виявлення та відновлення порушених територій (акваторій), екосистем та природних комплексів;
- збереження біологічної різноманітності;
- дотримання розумності та допустимості ризику (тобто діяльність людини не має приводити до соціально-економічних та екологічних катастроф) тощо.

Основні принципи, що використовуються у сфері охорони навколишнього природного середовища представлено у Додатку А. Аналізуючи наведені принципи державної політики можна відзначити, що використання природних ресурсів здійснюється на безоплатній та платній основах: загальне користування є безоплатним, а спеціальне, для ведення господарської діяльності – платним.

Екологічна безпека забезпечується системою заходів (планування, прогнозування, підготовка та реалізація комплексу профілактичних заходів), які передбачають мінімальний рівень негативних та несприятливих природних та техногенних впливів на життєдіяльність і здоров'я людей при збереженні достатніх темпів економічного розвитку. Екологічна безпека здійснюється в межах всіх форм галузевого природокористування, включаючи прямий і опосередкований вплив на людину на всіх рівнях - глобальному, регіональному і локальному. Людство на всіх етапах свого існування постійно піддавалося численним небезпечним діям з боку зовнішніх сил.

1.2. Аналіз факторів, що впливають на екологічну безпеку території

Рівень добробуту населення визначається факторами суспільного життя, але перш за все - первинними, екологічно значущими факторами життєзабезпечення - їжею, водою, одягом, житлом. Вони утворюють найбільш постійну, базисну частину структури потреб. У розрахунку на одну особу ця частина споживання відносно мало пов'язана з економічним зростанням. Сукупність галузей, що забезпечують первинні потреби, - сільське господарство, частково харчова, легка промисловість і комунальне господарство - в більшості розвинених країн утворюють не найбільший сектор економіки, а в усьому світі в цілому - 32% за сумарним вкладом у ВВП [9].

Традиції і закони макроекономіки склалися в епоху, коли загальний вплив людської діяльності на навколишнє середовище не перевищував меж самовідновлення потенціалу екологічних систем. Зараз ситуація інша: за багатьма параметрами антропогенне навантаження перевищила межу стійкості природних комплексів і екосфери в цілому.

Економічне зростання, що визначається пропозицією і нав'язливою стимуляцією попиту на вторинні засоби споживання, призвело до того, що під загрозою опинився природний базис життєзабезпечення і можливість задоволення первинних потреб людини.

Подальший економічний розвиток традиційним шляхом має враховувати два серйозних обмеження:

- обмежені можливості навколишнього середовища, що вимагають приймати і асимілювати відходи виробництва;
- кінцевий характер невідновних природних ресурсів.

Однією з труднощів сучасної економічної теорії є включення екологічних цінностей та факторів в число економічних категорій. Проблема має своєрідну історію. З усіх цінностей навколишнього світу марксистська політекономія допускала в коло економічних категорій тільки продукти людської праці. Це створювало труднощі для теоретиків природокористування і навіть служило

перешкодою для встановлення цін на відновлювані природні ресурси.

Включення екологічних факторів в число економічних категорій передбачає їх економічну оцінку відповідно до критерію граничної корисності. Однак поки що це робиться тільки в відношенні екологічно негативних ефектів - вилучення ресурсів екосфери і техногенного забруднення середовища. Визначення відповідного економічного збитку засноване на вартісному вираженні втрат якості середовища і екологічних уражень.

Ще А. Сміт задавався питанням: якщо вартість залежить від корисності, то чому блага, які мають вищий корисний ефект (наприклад, вода і повітря), цінуються, як правило, досить низько або взагалі не мають вартості, тоді як блага, користь яких з точки зору природних потреб людини не очевидна (діаманти, золото тощо.), мають дуже високу цінність? Отже, екологічна складова в сучасному соціально-економічному розвитку є однією з найважливіших.

На стан екологічної безпеки впливає багато факторів, які зумовлені природними, техногенними та соціальними факторами. У Стратегії національної безпеки визначено загрози екологічній безпеці України (рис. 1.5).

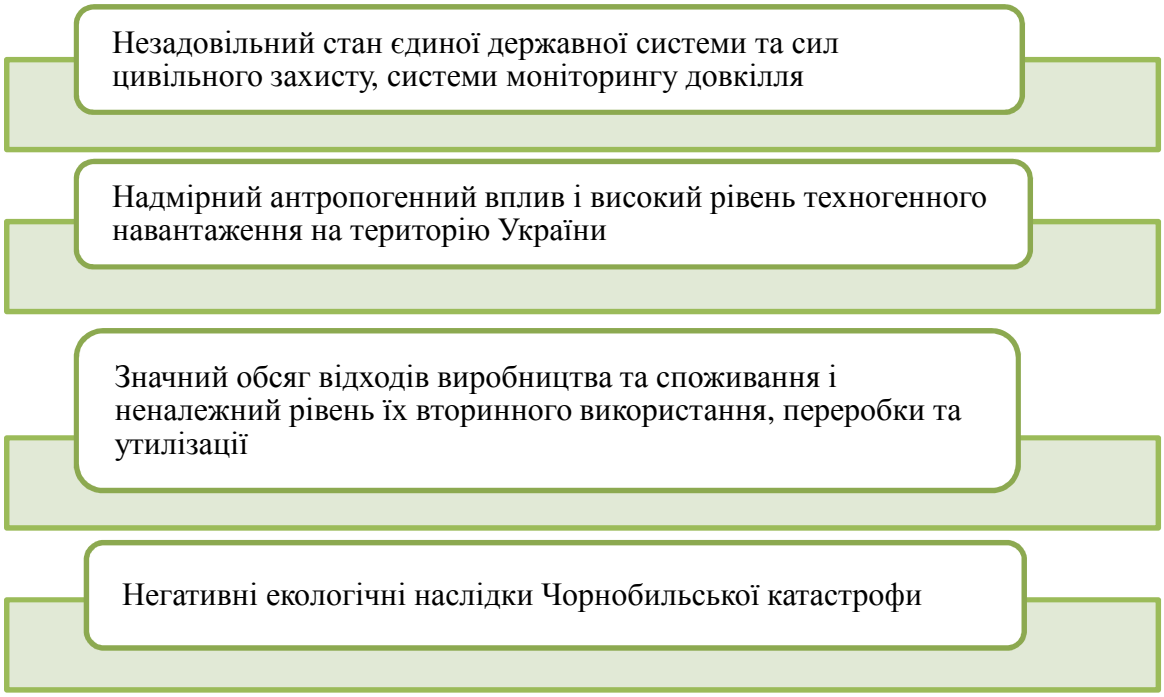


Рисунок 1.5 - Екологічні загрози [13].

Проаналізуємо загрози та фактори, що їх викликають. Незадовільний стан єдиної державної системи та сил цивільного захисту, системи моніторингу довкілля в Україні обумовлюється недостатньою увагою державних органів виконавчої влади до реалізації програм збереження навколишнього середовища. Забезпечення розвитку єдиної державної системи та сил цивільного захисту гальмується недостатнім фінансуванням. Об'єктивна оцінка стану екологічної ускладнюється відсутністю єдиної системи моніторингу довкілля. Нормально функціонують лише відомчі системи моніторингу, але вони мають вузькопрофільну направленість, тому не можуть використовуватися для моніторингу довкілля на рівні держави. Одними з причин відсутності ефективної системи моніторингу довкілля є:

- недосконалість нормативно-правової бази;
- низький рівень координації діяльності суб'єктів моніторингу довкілля;
- недостатні обсяги фінансування;
- застаріле технічне обладнання тощо.

Надмірний антропогенний вплив і високий рівень техногенного навантаження на територію України обумовлюється наявністю гірничодобувних, хімічних, металургійних, енергетичних підприємств. У промислово-розвинутих регіонах України спостерігається висока щільність населення. Діяльність промислових підприємств призводить до утворення великої кількості відходів та викидів забруднюючих речовин в атмосферне повітря та у поверхневі водні об'єкти.

Антропогенний вплив зумовлює зростання ризиків виникнення техногенних катастроф. Існує загроза руйнування об'єктів підвищеної небезпеки. Майже 6 тисяч потенційно-небезпечних об'єктів зосереджено на сході України, де визначається висока щільність населення. Також потенційну небезпеку несуть інфраструктурні мережі (нафто- газопроводи, залізничні колії, мости, магістральні електромережі) безпечна експлуатація яких є першочерговим завданням. Значна частина промислових об'єктів має високу

зношеність основних фондів. Важливою складовою екологічних ризиків є зниження міцності ґрунту внаслідок корозії та підтоплення. Загроза катастрофічного підтоплення виникає у гірських регіонах, внаслідок вирубування лісів. Крім того, розробка кар'єрів впливає як на зміну ландшафту території так і на навколишнє середовище. Після закінчення розробки, як правило, кар'єр підлягає затопленню, що створює додаткові ризики екологічної безпеки.

Однією з важливих загроз екологічній безпеці України є продукування значного обсягу відходів виробництва та споживання, неналежний рівень їх вторинного використання, переробки та утилізації. Отже, одним з результатів діяльності людини у процесі виробництва та споживання є утворення відходів. Законом України «Про відходи» [14] визначено, що «відходи - будь-які речовини, матеріали і предмети, що утворилися у процесі виробництва чи споживання, а також товари (продукція), що повністю або частково втратили свої споживчі властивості і не мають подальшого використання за місцем їх утворення чи виявлення і від яких їх власник позбувається, має намір або повинен позбутися шляхом утилізації».

Динаміку утворення відходів в Україні за період з 1995 р. по 2019 р. за даними Державної служби статистики [15] представлено на рис. 1.6.

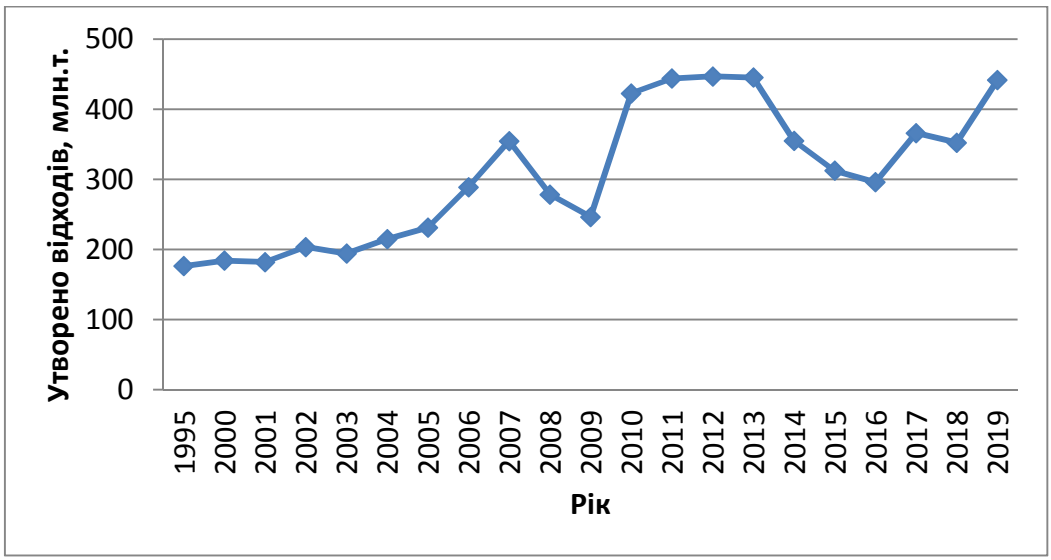


Рисунок 1.6 – Динаміка утворення відходів в Україні, 1995-2018 р. [15]

Аналіз динаміки утворення відходів свідчить про те, що обсяги відходів з 1995 р. по 2019 р. зросли у 2,5 рази. Проте, у 2012 р. обсяг утворення відходів був максимальний за досліджуваний період та складав 446,7 млн.т., що у 2,5 рази більше ніж у 1995 р. Відходи можуть бути виробничого та побутового характеру. Відходи виробничого характеру утворюються від виробничої діяльності суспільства, на обсяг їх утворення можуть впливати такі фактори: валовий випуск продукції, технології, можливість вторинного використання та інші. У свою чергу, відходи побутового характеру утворюються в процесі життєдіяльності людини, на обсяг їх утворення можуть впливати такі фактори: чисельність населення, обсяги споживання продуктів харчування, наявність товарів тривалого користування, рівень доходів, якість та умови життя населення та інші.

Динаміку валового внутрішнього продукту (ВВП) у постійних цінах 2011 р. за паритетом купівельної спроможності в Україні за період з 1995 р. по 2018 р. за даними Державної служби статистики [15] представлено на рис. 1.7.

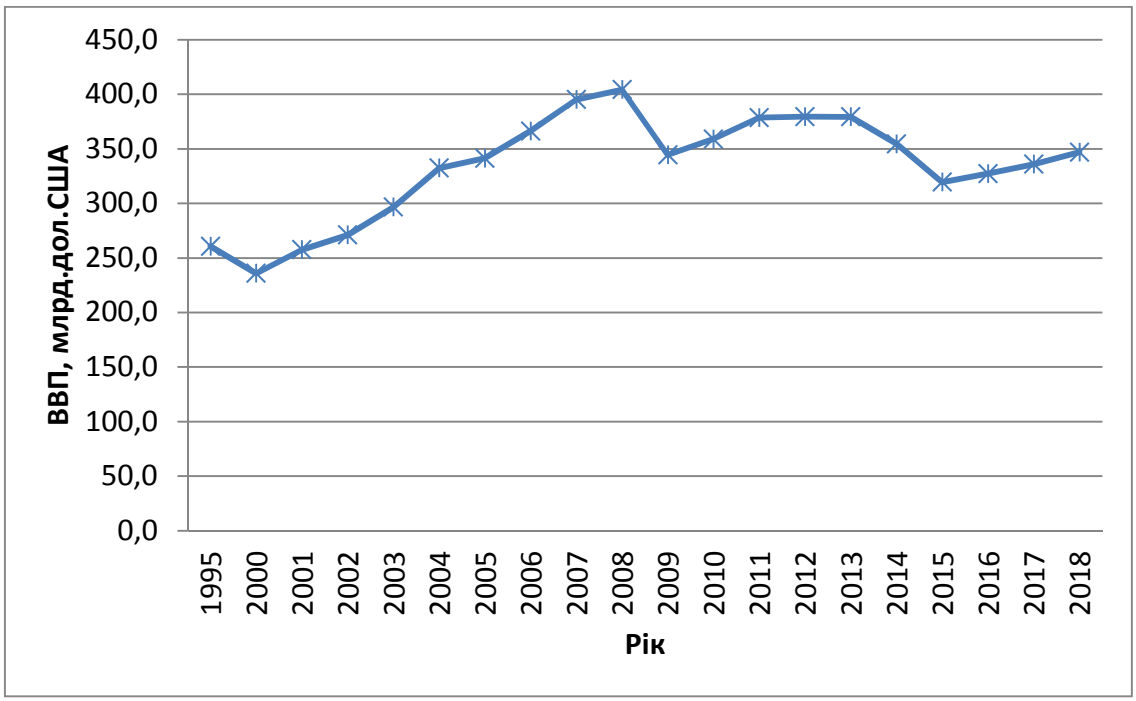


Рисунок 1.7 – Динаміка ВВП в Україні (у постійних цінах 2011 року за паритетом купівельної спроможності), 1995-2018 р. [15].

Аналіз динаміки ВВП у постійних цінах 2011 р. за паритетом купівельної спроможності в Україні свідчить про те, що обсяги виробництва з 1995 р. по 2018 р. зросли майже у 1,33 рази.

Порівняння динаміки зміни аналізованих показників дозволяє зробити висновок, що з кожним роком темпи утворення відходів перевищують темпи зростання виробництва. Варто зазначити, що одним з основних методів перероблення відходів в Україні є накопичення їх у спеціально відведених місцях (звалищах) [16], що негативно впливає на природнє середовище. Утворення значних обсягів відходів, низький обсяг вторинного використання, переробки та їх утилізації загрожує екологічною катастрофою, що в кінцевому разі відобразиться на соціально-економічному розвитку України.

Негативні екологічні наслідки Чорнобильської катастрофи проявляються у радіоактивному забрудненні території (земель, водних ресурсів, лісів, сільськогосподарських угідь). Чорнобильська катастрофа створила велику кількість радіоактивних матеріалів та відходів, які і понині находяться на території промислового комплексу та зони відчуження. Об’єкт «Укриття» до тепер залишається вкрай небезпечним та вимагає безпечного поводження. Цей об’єкт є джерелом поширення у довкіллі радіонуклідів, що, у свою чергу, створює значні ризики у випадку пошкодження об’єкту. Зведення нової захисної споруди, що фінансувалося за рахунок міжнародних програм спрямовано на перетворення об’єкту «Укриття» на безпечну споруду. Проектом передбачено, що безпечна експлуатація об’єкту протягом ста років. Проте, незважаючи на вживані заходи зона відчуження залишається вкрай небезпечною не тільки для населення України, а й для всього світу. Крім того, непрогнозований рух забруднених підземних та поверхневих вод створює додаткові ризики.

Міжнародні та регіональні організації, окремі країни накопичили значний досвід розроблення, упровадження та використання індикаторів, що дають змогу оцінювати ступінь досягнення цілей на шляху узгодження економічного, соціального та екологічного розвитку. Поняття «екологічна безпека»

визначається як стан захищеності системи «людина-суспільство-природа» в результаті дії природних і антропогенних факторів. Отже, на екологічну безпеку території впливають природні та антропогенні фактори (рис. 1.8).

Рисунок 1.8 - Природні та антропогенні фактори, що впливають на екологічну безпеку

На основі аналізу факторів, що впливають на екологічну безпеку, доцільно визначити систему еколого-економічних показників, яка відображає екологічну, економічну та природно-ресурсну складові. Еколого-економічні показники розвитку території з урахуванням означених складових представлено на рис. 1.9. Більшість з цих показників збираються Державною службою статистики України та визначаються, наприклад, згідно положення з організації державного статистичного спостереження щодо витрат на охорону навколишнього природного середовища [17].

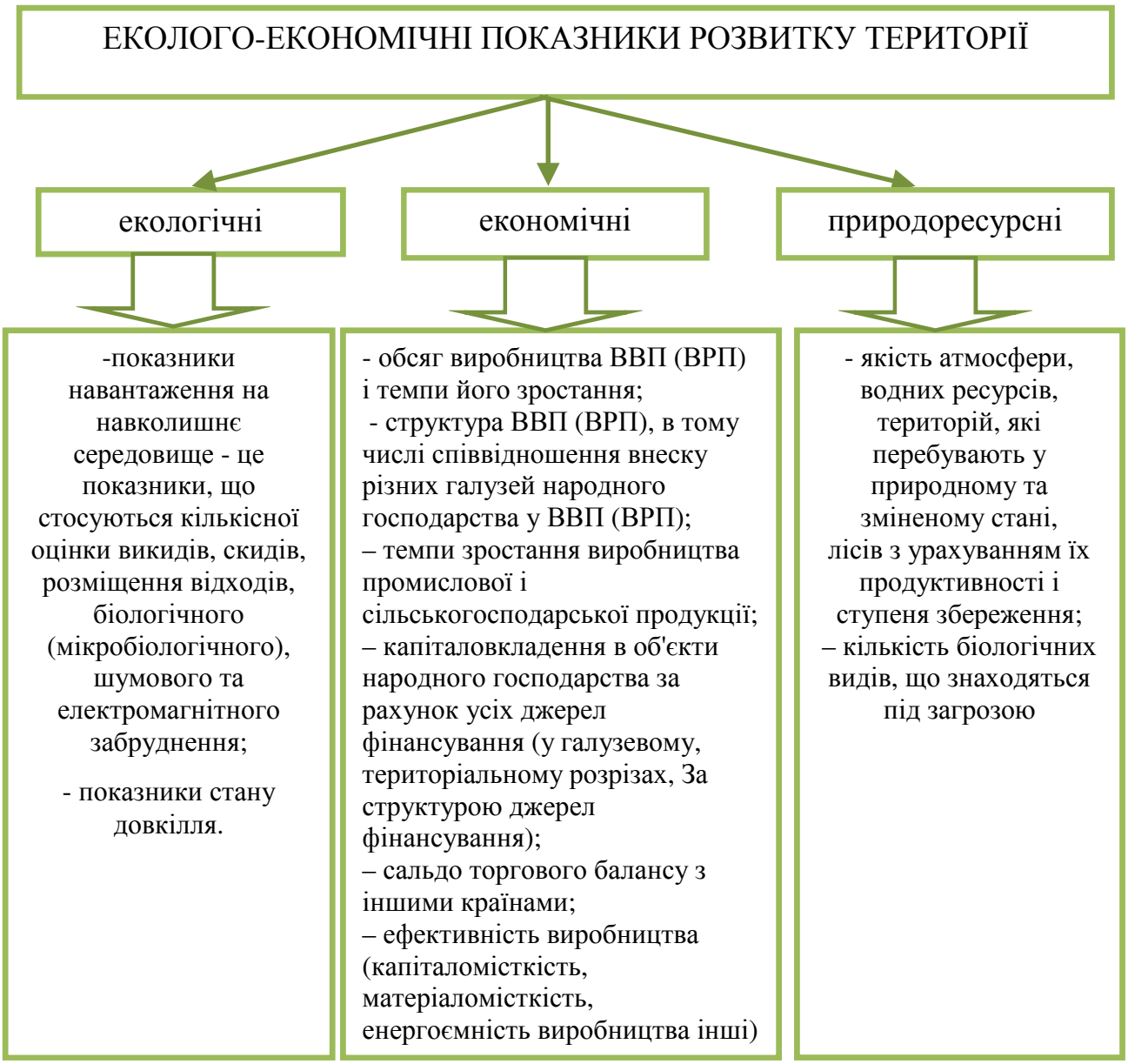


Рисунок 1.9 - Еколого-економічні показники розвитку території [17].

Аналіз наведених показників дозволяє визначити стан екологічної безпеки території, враховуючи економічний розвиток. Крім того, система нормативів та лімітів використання природних ресурсів, що базуються на науково-обґрунтованому узгодженні економічних, екологічних, соціальних потреб та інтересів суспільства та окремої людини, також дозволяє визначити стан екологічної безпеки території.

Основними джерелами аналізу екологічної безпеки є державні статистичні спостереження, данні державного моніторингу довкілля, дані кадастрів природних ресурсів та результати інших досліджень.

1.3 Аналіз сучасних наукових досліджень екологічної безпеки через призму економічного розвитку

Загальним питанням екологічної безпеки присвячено праці багатьох науковців, зокрема, І.К. Бистрякова, О.О. Веклич, З.В. Герасимчук, С.М. Іляшенко, О.В. Прокопенко, І.М. Синякевича, Є.В. Хлобистова та інших.

Механізм діагностики та визначення рівня екологічного розвитку регіону запропонувала З.В. Герасимчук [18]. Дослідниця обґрунтувала методику оцінювання екологічного ризику у регіоні.

Загрози екологічної безпеки в системі національної безпеки України розглянуто у працях Т.П. Казаченко [13], М.І. Сокур та інших. Глобальною проблемою людства на думку Т.П. Казаченко є екологічна криза, яка в кожній країн проявляється по-різному в залежності від рівня соціально-економічного розвитку. Дослідник визначає як негативні екологічні зміни позначаються на здоров'ї нації та благополуччі країни.

Фундаментальне дослідження техногенного впливу на стан екологічної безпеки території представлено у монографії М.І. Сокур та співавторів [19]. Науковці запропонували та обґрунтували заходи щодо вирішення екологічних проблем регіону, проаналізували питання переробки промислових відходів та запропонували для промислових підприємств напрями удосконалення екологічного маркетингу, враховуючи техногенні та соціальні чинники.

Взаємозв'язок екологічної безпеки та маркетингу визначено в роботах О.В. Прокопенко [20]. Автор обґрунтував концепцію екологічного маркетингу в контексті сталого розвитку, проаналізував тенденції розвитку екологічного маркетингу та визначив роль держави у цьому процесі.

Дослідженням екологічної складової в соціально-економічному розвитку присвячено праці: М. І. Долішнього, Б. М. Данилишина, А.Б. Качинського, І.С. Мурашко, О.В. Шкарупи, М.І.Хилько та інших.

Автори застосовують різні підходи до оцінювання екологічної безпеки, зокрема, ймовірності методи, статистичний аналіз, сценарний підхід, імітаційне

моделювання тощо.

Екологічна безпека, на думку А.Б. Качинського [21], визначається як протилежний стан небезпеки, кількісною мірою якого є ризик. Ризик виникнення небезпеки дослідник запропонував оцінювати векторною величиною збитку, що може виникнути у разі реалізації загроз.

І.С. Мурашко [22] визначила принципи стійкого розвитку, які повинні спрямовуватися на встановлення довгострокових, перспективних та короткострокових цілей регіону, співставлення цілей і завдань кожного суб'єкту розвитку не тільки з наявністю ресурсів, але й з принципом ресурсозбереження та раціонального використання ресурсів як обов'язкової умови досягнення стійкого розвитку регіону.

Проблеми екологічної безпеки як стану захищеності кожної окремої людини, суспільства, держави від надмірної загрозливої екологічної небезпеки досліджено у роботах М.І.Хилько [10].

Науковці у своїх дослідженнях висвітлювали різні аспекти екологічної безпеки, проте, серед них немає узгодженої думки щодо оцінювання стану екологічної безпеки території, тому це питання все ще залишається актуальним, що і обумовило вибір теми дослідження.

Практичне значення дослідження показників екологічного розвитку регіону доводять чисельні дослідження фахівців, а саме: П.П. Мельника, О.В. Матвійчук, Д.Л. Тарасенка, Б.Л. Ковальова. Та інших

Так, П.П. Мельник [23] використав еколго-економічні показники для підтвердження достовірності екологічного аудиту суб'єктів господарювання. Сутність та етапи процедури екологічного оцінювання водних ресурсів України аналізує у своїх роботах О.В. Матвійчук [24].

Дослідниця розрахувала та обґрунтувала рівні екологічної безпечності водокористування, запропонувала створити науково-теоретичну основу планування екологічно вмотивованої економічної діяльності, що базується на принципах оптимізації водоспоживання суб'єктами господарської діяльності.

Необхідність використання методів математичного моделювання при

дослідженні еколого-економічного розвитку регіону доводить Д.Л. Тарасенко [25]. Автор запропонував трьох факторну модель, що базується на врахуванні природних факторів, природоохоронних інвестицій та структурних змін в економіці.

Аналіз кількісної та якісної інформації щодо розрахунку індексів еколого-економічного розвитку території представлено у роботах Б.Л. Ковальова [26]. На підставі проведеного аналізу та згідно з визначеними критеріями відбору було сформовано попередні набори соціальних, економічних та екологічних показників.

Наукове значення дослідження показників еколого-економічного розвитку регіону обґрунтовано законом «Про охорону навколишнього природного середовища», згідно з яким, в Україні «проводяться систематичні комплексні наукові дослідження навколишнього природного середовища та природних ресурсів з метою розробки наукових основ їх охорони

Узагальнення результатів досліджень щодо стану навколишнього природного середовища здійснює Національна академія наук України та центральний орган виконавчої влади, що реалізує державну політику у сфері охорони навколишнього природного середовища та екологічної безпеки, а саме, Міністерство екології та природних ресурсів України [27].

Дослідженням питання оцінювання ризиків в екологічній сфері займалися вітчизняні вчені: А.Б. Качинський [21], М. І. Долішній, Б. М. Данилишин, І.С. Романченко [28], О.В. Шкарупа та інші. Автори пропонують визначення поняття «ризик екологічної безпеки» та застосовують різні підходи до його оцінювання, зокрема, ймовірності методи, статистичний аналіз, сценарний підхід, імітаційне моделювання тощо.

Так, А. Качинський визначає ризик як прогнозовану векторну величину збитку, що може виникнути внаслідок прийняття рішень в умовах невизначеності та реалізації загрози. При цьому ризик є кількісною мірою небезпеки, що дорівнює добутку ймовірності реалізації даної загрози на ймовірність величини можливого збитку від неї [21].

І. Романченко зі співавторами визначає ризик як частоту реалізації загрози, в той час як саме загроза є природним чи техногенним явищем, при якому можлива поява процесів, здатних уражати людей, завдавати матеріальних збитків, руйнувати довкілля [28]. Проте, при оцінці ризиків техногенного походження, надзвичайних ситуацій, стихійних лих статистичний аналіз попереднього досвіду може не бути прийнятним, оскільки рішення приймаються в умовах невизначеності.

На думку Е. Ефімової, поняття «екологічна безпека» визначається як стан захищеності об'єкта (особистості, території, промислового або природного об'єкта) від погроз з боку забруднених природних об'єктів [5].

З точки зору В. Петровського, поняття «екологічна безпека» являє собою сукупність станів, процесів, дій, що забезпечують екологічний баланс в навколишньому середовищу, не приводить до життєво важливим збиткам (або загрозам таких збитків), що наноситься природному середовищу і людині [5].

Розглядаючи структурні компоненти поняття «екологічна безпека», необхідно відзначити, що системоутворюючим фактором даної дефініції є людина, так як він може виступати в якості джерела екологічних ризиків, а може бути жертвою загострилася екологічної ситуації. З цієї точки зору Л. Садовникова пропонує розглядати поняття «екологічна безпека» як стан захищеності життєво важливих інтересів особистості, суспільства, держави, а також навколишнього природного середовища від загроз, в результаті впливів антропогенного і природного характеру [9].

Необхідність кількісної оцінки екологічної безпеки потребує вирішення таких наукових проблем:

- вибір методів аналізу;
- вибір показників, які найбільш точно будуть відображати економічний та екологічний стан регіону,
- оцінка та інтерпретація отриманих результатів.

До головних завдань оцінювання рівня екологічної безпеки території відносять: динамічний аналіз показників, що характеризують рівень екологічної

безпеки; порівняльний аналіз територій за рівнем екологічної безпеки; формування висновків та рекомендацій щодо підвищення рівня екологічної безпеки.

Техноемність території та техногенне забруднення, що спричиняють промислові об'єкти, на думку В.Волошина [29] впливають на визначення рівня екологічної безпеки. Дослідник пропонує розраховувати коефіцієнт небезпеки екосистеми на основі балансової моделі «Споживання-Відтворння» речовин та енергії. Так модель дозволяє оцінювати величину впливу на екосистему. Така модель дозволяє проводити оперативний аналіз екосистеми міста, як єдиної техно-соціо-пиродної системи.

Враховувати економічні, соціальні та екологічні фактори для комплексної оцінки еколого-економічного стану розвитку регіону запропоновано О.Шкарупою [30]. Дослідниця дає авторське визначення поняття «еколого-економічної оцінки стану регіону як характеристику рівня розвитку регіону на основі комплексного аналізу еколого-економічних, соціально-демографічних та організаційно-технічних показників з метою регулювання і прогнозування процесів, необхідних для досягнення цілей сталого розвитку» [30]. Комплексна оцінка враховує такі складові: умови господарської діяльності, стан навколишнього середовища, стан розвитку технологічної сфери, систему управління та інші. Крім того, О. Шкарупа запропонувала методичні підходи формування еколого-економічних стандартів.

Обґрунтування інвестиційної політики щодо впровадження природоохоронних заходів з урахуванням обмежень техногенного навантаження запропоновано у роботах В.Волошина [31]. Дослідник використав модель Форестра.

Науковці у своїх дослідженнях висвітлювали різні аспекти екологічної безпеки, проте, серед них немає узгодженої думки щодо оцінювання стану екологічної безпеки території, тому це питання все ще залишається актуальним, що і обумовило вибір теми дослідження.

Крім того, дослідники розглядають різні підходи до визначення рівня

екологічної безпеки, наприклад, інтегральне оцінювання, але проблема застосування інтегральних індексів полягає в тому, що вони потребують врахування багатьох статистичних показників. Нажаль, такого роду статистичні дані, як правило, є річними. Отже, для експрес оцінювання впливу соціальних та економічних чинників на стан екологічної безпеки території доцільно використовувати когнітивне моделювання, як засіб дослідження слабо структурованих проблем.

РОЗДІЛ 2
МАТЕМАТИЧНІ МЕТОДИ ТА МОДЕЛІ, ЩО ВИКОРИСТОВУЮТЬСЯ ДЛЯ ДОСЛІДЖЕННЯ ЕКОЛОГІЧНОЇ БЕЗПЕКИ

2.1 Методологічні підходи до оцінювання екологічної безпеки

Аналіз наукової літератури дозволив умовно можна виділити три підходи до оцінювання екологічної безпеки території: нормування, екологічного ризику та інтегрального показника. Коротку характеристику методів представлено на рисунку 2.1.

Рисунок 2.1 - Методологічні підходи до оцінювання екологічної безпеки

При оцінюванні екологічної безпеки території, незалежно від методу оцінки, важливим є визначення вхідних показників та можливість сформувати таблиці вхідних даних за офіційною та доступною статистичною інформацією.

Перевагами застосування методів нормування є те, що, як правило, нормативи затверджені офіційно, враховуючи значний досвід застосування дозволяє порівнювати результати на довгому часовому інтервалі.

Недоліками застосування методів нормування є те, що: процес розрахунку достатньо трудомісткий; комплексний вплив на навколишнє середовище визначити складно, оскільки не враховується специфіка виробництва, що притаманна тій або іншій території; відсутність затверджених нормативів по всім джерелам забруднення; недосконалий механізм прогнозування змін навколишнього середовища у середньостроковій та довгостроковій перспективі.

Метод визначення екологічного ризику базується на врахуванні ймовірності виникнення надзвичайних ситуацій (аварій, катастроф тощо). Цей підхід вважають одним з найбільш перспективних.

Перевагами методу визначення екологічних ризиків є відносна простота розрахунків, можливість візуалізації розрахункових значень ризиків.

Недоліками методу є: завжди існує потенційна можливість не врахувати фактори, що впливають на виникнення ризикових подій, недостатність відомостей щодо функцій розподілу параметрів внаслідок недостатності статистичних даних, часто необхідно покладатися на думку експертів, що впливає на достовірність оцінок.

Визначити загальну оцінку рівня екологічної безпеки складно, тому що на цей показник впливає багато факторів та умов. У таких випадках, для оцінювання складних явищ та процесів науковці використовують систему показників, яка характеризує певну кількість факторів, що впливають на досліджуваний показник.

Узагальнюючою оцінкою на основі обраних факторів є інтегральна оцінка. Інтегральні оцінки дають можливість не тільки дослідити явища та

процеси, а у проводити коректні порівняння, як в часі так і в просторі.

При дослідженні соціально-економічних явищ та процесів виникає завдання порівняння та оцінки об'єктів спостереження за різними показниками, які всебічно описують їх. Якщо кількість показників невелика, їх ранжують та порівнюють за значеннями. Якщо кількість показників є достатньо великою, вони мають різну природу, відображають різні характеристики явища, то виявити найбільш вагомий показник складно. У такому випадку виникає необхідність побудови узагальненого або інтегрального показника.

Вітчизняні науковці, а саме: О.М. Головня, Ю.С. Конопліна, О.Ю. Снігова, В.С. Чорний, О.В. Шкарупа [32] та інші використовують інтегральні показники для аналізу різних аспектів економічного розвитку.

Наприклад, О.В. Снігова [33] визначила інтегральний показник соціальної безпеки та встановила граничні значення та інтервали допустимих змін показників соціальної безпеки. В.С. Чорний [34] побудував інтегральний показник розвитку ринку праці на регіональному рівні, який можна використовувати для розробки адресних програм соціально-економічного розвитку регіону.

Для оцінки еколого-економічного стану регіону О.В. Шкарупа сформулювала систему показників, що комплексно відображає основні процеси в регіоні та ґрунтується на існуючій системі статистичної інформації та дозволяє визначити інтегральний показник екологічно сталого розвитку регіону. Дослідниця розробила класифікацію напрямів стандартизації економічних, екологічних і соціальних процесів, яка враховує фактор часу та реакцію систем на вплив стандартів.

В залежності від зв'язку який утворюється між ознакою та досліджуваним об'єктом чи альтернативою, ознаки поділяють на стимулятори та дестимулятори.

П.М. Григорук та І.С. Ткаченко [35] у дослідженні методів побудови інтегральних показників зазначають, що стимуляторам характерна монотонна зростаюча залежність, тобто вищим значенням ознаки відповідає краща якість

альтернативи. Дестимуляторам навпаки, відповідає монотонна спадаюча залежність якості, тобто меншим значенням ознак відповідає краща якість альтернативи.

Для того щоб інтегральний показник не залежав від одиниць вимірювання вхідних ознак потрібно реалізувати процедуру уніфікації шкал.

Процедура нормування для перетворення різнойменних одиничних показників у єдиний інтегральний передбачає розрахунок відносних величин ($\widetilde{X_{ij}}$) за співвідношенням (для показників-стимуляторів):

$$\widetilde{X_{ij}} = \frac{X_{ij} - X_{jmin}}{X_{jmax} - X_{jmin}}, \qquad (2.1)$$

де X_{ij} – значення і-го показника в j-й сукупності;

X_{jmax} – максимальне значення і-го показника у сукупності, що аналізується;

X_{jmin} – мінімальне значення і-го показника у сукупності, яка аналізується.

За показників-дестимуляторів нормування розраховується за формулою:

$$\widetilde{X_{ij}} = \frac{X_{jmax} - X_{ij}}{X_{jmax} - X_{jmin}}. \qquad (2.2)$$

Після зведення показників до уніфікованої шкали необхідно обрати метод розрахунку інтегрального показника. В залежності від ознак показників виділяють адитивну та мультиплікативну згортку.

Адитивна згортка застосовується, коли показники є частковими критеріями ефективності та простежується лінійний та адитивний вплив на об’єкт. Правило побудови інтегрального показники адитивною згорткою:

$$Q_A = \sum_{j=1}^{k_1} W_j \widetilde{X_j}, \qquad (2.3)$$

де W_j – значення вагового коефіцієнта;

k – кількість показників;

$\widetilde{X}_j$ – зведений уніфікований показник.

Мультиплікативна згортка застосовується, коли вхідні показники описують рівності величини. Правило побудови інтегрального показника мультиплікативною згорткою:

$$Q_M = \prod_{j=1}^{k_1} \widetilde{X_j^{W_j}}, \qquad (2.4)$$

де W_j – значення вагового коефіцієнта;

k – кількість показників;

$\widetilde{X}_j$ – зведений уніфікований показник.

За умови, що для кожної згортки виконується:

$$\sum_{i=1}^{k_1} W_i = 1, \qquad (2.5)$$

$$W_i > 1, i = 1,2, \dots, k_1. \qquad (2.6)$$

Незважаючи на велику кількість наукових робіт застосування інтегральних показників в економічних дослідженнях пов'язано з певними проблемами. Так, в залежності від специфіки застосування та особливостей побудови інтегрального показника, можна виділити такі проблеми:

- складність порівняння інтегральних показників між собою, оскільки кожен з них визначається за різними за своєю структурою, розмірністю та суттю соціально-економічними показниками;
- відмінність методик розрахунку індикаторів, що входять у показник, наразі не визначено єдиних методів розрахунку індикаторів, що використовується у побудові інтегральних показників і жодна з існуючих методик не є універсальною;
- відмінність області припустимих значень (ОПЗ) інтегральних показників, що ускладнює порівняння їх між собою (наприклад, один інтегральний показник має значення 0,3 та ОПЗ в інтервалі від 0 до 1 , а інший

має значення 5,8 та ОПЗ від 0 до 20);

- відсутність статистичних даних за показниками, що використовуються для розрахунку інтегрального показника (одним з джерел отримання інформації є державні статистичні збірники, але, з часом склад показників змінюється: перестають розраховуватися одні показники, замість них з'являються інші. Через нестабільність структури статистичних збірників розрахунок інтегрального показника ускладняється або взагалі неможливий).

Оцінка рівня екологічної безпеки є складною, оскільки на стан екологічної безпеки впливає багато факторів - техногенних, антропогенних, політичних, економічних, соціальних, правових та інших. Крім того, українська влада фактично не є екологічно-оріентованою, що зумовлює низьку ефективність природоохоронних заходів. До того ж населення України має низькій рівень екологічної культури та екологічної освіти.

Підвищення рівня екологічної безпеки має ґрунтуватися на засадах екологізації економіки за рахунок екологізації виробництва, оскільки саме виробнича сфера в Україні завдає великої шкоди навколишньому середовищу. Переорієнтація виробництв на маловідходні цикли заснована на створенні досконалого очисного обладнання, сміття переробних агрегатів і підприємств. У ряді розвинених країн така «екологічна промисловість» виявляється в ряду лідируючих виробництв, помітно розширює сферу зайнятості і приносить чималий прибуток.

Оскільки основу механізму екологічної безпеки становлять органи законодавчої, виконавчої влади, державні, громадські організації, а також законодавство, що регламентує регулювання відносини у сфері екологічної безпеки, то розвиток суспільної системи захисту навколишнього середовища є першочерговим завданням держави. Саме напрям екологізації економіки має стати одним з пріоритетних напрямів економічного розвитку. Врахування комплексної оцінки та стану екологічної безпеки країни при розробці стратегій соціально-економічного розвитку дозволить зберегти природні ресурси та природне середовище для майбутніх поколінь.

2.2 Когнітивне моделювання в аналізі складних систем

Серед завдань управління в соціально-економічній, організаційній, політичній й інших сферах, пов'язаних з життям суспільства, найбільш складними є комплексні завдання. При аналізі такого роду завдань, як правило, виявляється, що об'єкт управління не тільки не формалізований, але й слабко структурований.

При прийнятті рішень у таких предметних областях методи традиційної теорії прийняття рішень, що опираються на методи вибору кращої альтернативи з множини чітко сформульованих альтернатив, виявляються недостатніми. Інформація, на основі якої приймаються рішення, неминуче містить істотну частину якісних, нечітких, суб'єктивно оцінених даних і по суті є представленням знань експерта (або групи експертів) про ситуацію, що описує проблемну область.

Використанню формальних методів і відповідних інформаційних технологій для управління ситуаціями в слабоструктурованих проблемних областях, повинен передувати підготовчий етап, що полягає з наступних кроків:

- структурування проблемної області, тобто формування системи факторів і зв'язків між ними;
- параметризація отриманої системи факторів і зв'язків, тобто опис припустимих областей значень, як правило, якісних і нечітких;
- формалізація предметної області, тобто вибір моделі, яка характеризується видом функцій, що визначають вплив зв'язків на фактори, і методами їх обчислення.

Одним з методів, що використовується при аналізі слабко структурованих проблемних областей є метод когнітивного моделювання, в основі якого лежить використання зважених (знакових) графів.

Когнітивний підхід у широкому сенсі-включення проблем пізнання, розуміння й пояснення в структуру традиційних наукових методологій.

В основі когнітивного підходу лежить поняття когнітивної карти - виду математичної моделі, представленої у вигляді графа, що дозволяє описувати суб'єктивне сприйняття людиною або групою людей якого-небудь складного об'єкта, проблеми або функціонування системи.

Когнітивна карта досліджуваної ситуації являє собою орієнтований зважений граф, у якому:

- вершини відповідають базисним факторам ситуації, у термінах яких описуються процеси в ситуації. Множина первісно відібраних базисних факторів може бути верифікована за допомогою технології інтелектуального аналізу даних, що дозволяє не враховувати «несуттєві» фактори, що слабо корелюють з базисними;

- визначаються безпосередні взаємозв'язки між факторами шляхом аналізу причинно-наслідкових ланцюгів, що описують поширення впливів від одного фактора на інші. Вважається, що фактори, що входять в умову «якщо...» ланцюга «якщо..., то...», впливають на фактори наслідку «то...» цього ланцюга, причому цей вплив може бути або посилюючим (позитивним), або гальмуючим (негативним), або змінного знаку залежно від можливих додаткових умов.

Сутність когнітивного аналізу складних ситуацій може бути описана у вигляді наступної покрокової процедури:

1. Формування переліку вершин графу – елементів системи, які є важливими з точки зору досліджуваної проблеми. Як правило, на цьому кроці неможливо визначити кінцеву кількість таких вершин, тому можливе повернення до цього питання пізніше, з метою додавання нових або виключення несуттєвих факторів.

2. Формування дуг графу – встановлення взаємозв’язків між елементами.

3. Графічне зображення отриманого орієнтованого графу.

4. Зважування вершин та дуг графу. Як вже зазначалося вище дуга може мати позитивний, негативний або змінний за певних умов знак.

5. Виділення цільових факторів – тих, зміна яких у потрібному напрямку є метою управління.

6. Визначення важелів впливу – тих факторів, значення яких визначає особа, що приймає рішення. До важелів впливу відносяться також можливість зміни знака дуги та додавання нових вершин і дуг.

7. Аналіз впливу та збалансованості в когнітивних картах. В розрізі цього кроку вирішуються як статичні, так і динамічні типи задач.

8. Аналіз отриманих результатів і формування пропозицій щодо управлінських рішень стосовно системи.

Статичний аналіз - це аналіз поточної ситуації, що полягає у виділенні й зіставленні шляхів впливу одних факторів на інші через треті (каузальних ланцюжків). Завдання статичного аналізу - це дослідження впливів одних факторів на інші, дослідження стійкості ситуації в цілому й пошук структурних змін для одержання стійких структур.

Фактор v_i впливає на фактор v_j, якщо існує орієнтований шлях від вершини v_iу вершину v_j. Сумарний вплив v_i на v_j позитивний, якщо всі шляхи від v_i до v_j позитивні; негативний, якщо всі шляхи негативні; невизначений, якщо серед цих шляхів є як позитивні, так і негативні.

Якщо відносини у графі симетричні, то ситуація представляється неорієнтованим знаковим графом, вершини якого відповідають суб'єктам відносин. Такий граф збалансований, якщо всі його цикли позитивні.

У цьому випадку всі вершини можна розбити на два класи так, що ребра між вершинами одного класу, позитивні, а ребра між вершинами різних класів, негативні.

Якщо відносини між факторами несиметричні, то когнітивна карта є орієнтованим знаковим графом. Позитивний цикл - це контур позитивного зворотного зв'язку; якщо факторам надані деякі ваги (значення), то збільшення ваги фактора в циклі веде до його подальшого збільшення й, в остаточному підсумку, необмеженого росту. Негативний цикл протидіє відхиленням від початкового стану, однак можлива нестійкість у вигляді значних коливань.

Метод аналізу впливів у когнітивних картах [36] ґрунтується на наступних припущеннях:

- сила впливу одного фактора на іншій по даному шляху залежить від довжини цього шляху (тобто числа ребер у ньому).

- чим більше паралельних впливів (по різних шляхах) існує міжфакторами, тем сильніше вплив між ними.

Нехай $E_{ij}^{(m)}$ і $I_{ij}^{(m)}$- число позитивних і негативних шляхів довжини m, що йдуть від фактора v_i до фактораv_j відповідно. Тоді сумарні позитивне й негативне впливи фактора v_i на фактор v_j визначаються в такий спосіб:

$$\tilde{p}_{ij} = \sum_{m=1}^{\infty} f(m)\, E_{ij}^{(m)} \qquad (2.7)$$

$$\tilde{n}_{ij} = \sum_{m=1}^{\infty} f(m)\, I_{ij}^{(m)}, \qquad (2.8)$$

де $\tilde{p}_{ij}$ -сумарний позитивний вплив фактора v_i на фактор v_j;

$\tilde{n}_{ij}$ - сумарний негативний вплив фактора v_i на фактор v_j;

$f(m)$ - монотонна спадаюча функція від довжини шляху m, що визначає ступінь ослаблення впливу на шляху від v_i до v_j.

Для порівняння різних стратегій розглядаються різні варіанти оцінної функції $v(s_{ij}, c_{ij})$, де s_{ij} - сумарний вплив фактора i на фактор j, а c_{ij} - консонанс впливу фактора i на фактор j, які визначаються з наступних співвідношень:

$$s_{ij} = \tilde{p}_{ij} + \tilde{n}_{ij}\ , \qquad (2.9)$$

$$c_{ij} = \frac{(\tilde{p}_{ij} - \tilde{n}_{ij})}{(\tilde{p}_{ij} + \tilde{n}_{ij})}\ . \qquad (2.10)$$

Консонанс c_{ij} – це показник відмінності між позитивним і негативним впливом. Чим він більше, тим характер впливу більш визначений.

Функція $v(s_{ij}, c_{ij})$ має задовольняти наступним вимогам:

1. Нехай стратегія i характеризується парою(s_{ij}, c_{ij}), а стратегія i' - парою $(s_{i'j}, c_{i'j})$. Тоді, якщо $v(s_{ij}, c_{ij})$>$v(s_{i'j}, c_{i'j})$, тоi переважніше i'.

2. Якщо $c_{ij} = 0$, то $v(s_{ij}, c_{ij}) = 0$ при будь-яких s_{ij}.

3. Якщо $c_{ij} > 0$, то $v(s_{ij}, c_{ij})$монотонно зростає по обом змінним; якщо $c_{ij} < 0$, то $v(s_{ij}, c_{ij})$ монотонно спадає по обом змінним.

Динамічний аналіз - це генерація й аналіз можливих сценаріїв розвитку ситуації в часі. У завданнях динамічного аналізу величини приписуються не тільки зв'язкам, але й факторам. При цьому, якщо ваги зв'язків у процесі аналізу вважаються постійними, то величина, приписана факторові v_i, - це значення деякої функції $v_i(t)$ від ваг вхідних ребер і значень факторів, вхідних для v_i, які міняються в часі. Вектор $Y(t) = (y_1(t), y_2(t), \dots, y_n(t))$ значень усіх факторів ситуації в момент t утворює стан ситуації в момент t. Сукупність ваг ребер w_{ij}задається матрицею суміжності графа $W = |w_{ij}|$. Наявність величини у фактора дозволяє не тільки оцінити силу впливу на фактор, але й виразити результат сумарних впливів у вигляді конкретного значення фактора. Поняття стану ситуації дозволяє говорити про розвиток ситуації в часі під дією різних зовнішніх впливів, що виражаються в зміні значень факторів, тобто ставити завдання прогнозу (пряме завдання), а також досліджувати можливості управління ситуацією, тобто шукати впливи, що приводять до потрібного (цільового) стану (зворотнє завдання).

Одержання прогнозу розвитку ситуації (пряме завдання) формулюється таким чином:

- когнітивна карта $G(V, W)$, де V - множина вершин (факторів ситуації), W - матриця суміжності;

- множина$\{Z_1, \dots, Z_n\}$ шкал усіх факторів ситуації;

- початковий стан ситуації $X(0) = (x_1(0), \dots, x_n(0))$;

- початковий вектор збільшень факторів ситуації $P(0) = (p_1(0), \dots, p_n(0))$.

Необхідно знайти стани ситуації $X(1), \dots, X(n)$ і вектори збільшень $\mathrm{P}(1), \dots, \mathrm{P}(n)$ у послідовні дискретні моменти часу $1, \dots, n$, де n (число вершин) обране для того, щоб вплив початкового збурювання могло досягтися всіх вершин.

Прогноз розвитку ситуації визначається за допомогою матричного співвідношення:

$$P(t+1) = P(t)^{\circ}W, \tag{2.11}$$

де ° - правило max-product:

$$p_i(t+1) = \max_j(|p_j(t) \cdot w_{ji}|). \tag{2.12}$$

Таким чином, збільшення $p_i(t+1)$ - це максимальна з величин $p_j(t) \cdot w_{ji}$, де максимум береться по всіх факторах, вхідних для фактора v_i (для інших факторів $w_{ij} = 0$).

У момент часу $t = 0$ експерт задає початковий стан ситуації $Y(0)$ і наступний стан $Y(1)$, що виникає після застосування управляючих впливів. За цими даними обчислюється числове початкове збільшення:

$$P(0) = Y(1) - Y(0) = X(1) - X(0). \tag{2.13}$$

На наступні послідовні моменти $t = 1, \dots, n$ збільшення розраховуються за допомогою правила max-product, а стан ситуації визначається зі співвідношення:

$$X(t+1) = X(t) + P(t+1)\,. \tag{2.14}$$

При одержанні прогнозу поряд з обчисленням вектора $P(t+1)$ обчислюється вектор $C = \{c_1(t+1), \dots, c_n(t+1)\}$. Величина $c_i(t+1)$ - це консонанс фактора v_i, який міняється з часом.

Консонанс $c_i(t+1)$ характеризує ступінь визначеності прогнозу на момент $(t+1)$. Він дорівнює 1, якщо знаки всіх вхідних збільшень однакові, і

дорівнює 0, якщо $z^+(t+1) = z^-(t+1)$. Таким чином, правдоподібний прогноз розвитку ситуації до моменту $(t+1)$ визначається парою: $(X(t+1), C(t+1))$, де $X(t+1)$ - вектор значень факторів ситуації в момент $(t+1)$, $C(t+1)$ - вектор консонансу в момент $(t+1)$.

Зворотне завдання полягає у знаходженні управляючих впливів, які дають потрібне збільшення значень факторів ситуації. У формулюванні зворотного завдання, на відміну від прямого, фактор часу не враховується. Це пояснюється тим, що неважливо, на якому кроці необхідне збільшення буде досягнуто. При пошуку розв'язку проглядаються шляхи поширення впливів, що мають різну довжину.

Специфіка когнітивного моделювання полягає в тому, що формальні математичні методи аналізу застосовуються до моделей, що описують суб'єктивне бачення ситуації. На кожному етапі формування моделі доводиться приймати рішення, від сукупності яких в остаточному підсумку залежить адекватність побудованої моделі.

Головною особливістю апарата когнітивних карт є можливість систематичного якісного врахування віддалених наслідків прийнятих рішень і виявлення побічних ефектів, які можуть перешкодити реалізації, видалося б, очевидних рішень і які важко оцінити інтуїтивно при великій кількості факторів і багатьох численних шляхів взаємодії між ними.

2.3 Когнітивна модель оцінювання впливу показників на стан екологічної безпеки території

Соціально-економічний розвиток, з одного боку, призводить до економічного зростання, підвищення рівня життя населення, а з іншого - за умови низького рівня використання ресурсозберігаючих, природоохоронних технологій, високого рівня техногенного навантаження, великого обсягу утворення відходів виробництва та споживання (при низькому рівні їх переробки, вторинного використання, утилізації), сприяє зростанню загроз

екологічній безпеці, що негативно впливає на соціально-економічне становище території. Для оцінювання стану екологічної безпеки з урахуванням впливу соціально-економічних факторів на навколишнє середовище використано метод когнітивного моделювання

З метою отримання та узагальнення інформації про реальний або можливий вплив соціально-економічних факторів на навколишнє середовище запропоновано алгоритм оцінювання рівня екологічної безпеки території, який представлено на рис. 2.2.

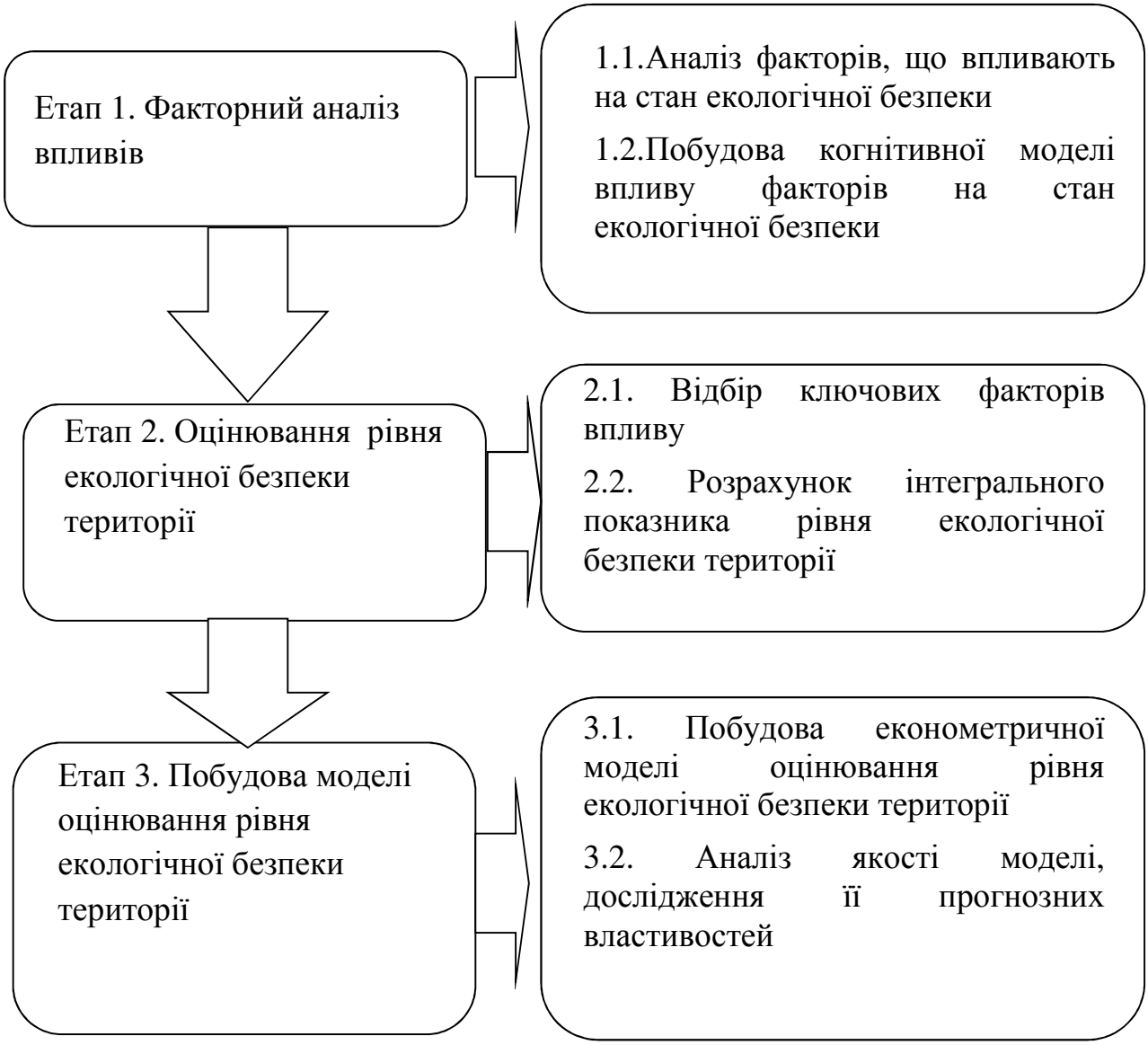


Рисунок 2.2 - Алгоритм оцінювання рівня екологічної безпеки території.

Побудова когнітивної моделі у вигляді графу здійснюється поетапно: формування переліку вершин графу – елементів системи, які є важливими з точки зору досліджуваної проблеми; формування дуг графу – встановлення взаємозв'язків між елементами; графічне зображення графу; виділення цільових факторів; визначення важелів впливу; аналіз впливу та збалансованості моделі; аналіз отриманих результатів і формування пропозицій щодо управлінських рішень.

На першому етапі здійснюється факторний аналіз впливів, тобто проводиться аналіз факторів, що впливають на стан екологічної безпеки території. За результатами аналізу обираються фактори, що враховуються для побудови когнітивної моделі.

На цьому етапі крім вибору чинників та визначається характер їх впливу (стимулюючий чи дестимулюючий). На наступному кроці першого етапу побудовано когнітивну модель впливу факторів на результуючий показник у виді знаково орієнтованого графу [36]. Вершинами графу є важливі з точки зору досліджуваної проблеми елементи системи (чинники). Взаємозв'язки між вершинами відображаються дугами, що визначають характер впливу:

- стимулюючий вплив (суцільна дуга) вказує на прямий зв'язок між вершинами (зростання чинника, з якого дуга виходить, призводить до зростання чинника, у який вона входить);
- дестимулюючий вплив (пунктирна дуга) вказує на обернений зв'язок між факторами (зростання чинника, з якого дуга виходить, призводить до зменшення чинника, у який вона входить).

Крім того, визначено цільовий фактор: зміна якого в потрібному напрямі є метою управління, і важелі впливу: ті фактори, значення яких можемо змінювати та за рахунок цього впливати на цільовий фактор. Як цільовий фактор у когнітивній моделі запропоновано використовувати якісний показник «стан екологічної безпеки» (v_1), що може приймати такі значення: незадовільний, задовільний, високий.

У результаті аналізу соціально-економічних чинників, що впливають на

стан екологічної безпеки України виділено три групи факторів: соціально-демографічні (характеризують соціальну та демографічну складову), виробничі (характеризують виробничий процес), антропогенні чинники навколишнього середовища (характеризують вплив діяльності людини на навколишнє середовище). Перелік груп чинників, їх позначення, як вершин когнітивної моделі, та тип впливу на стан екологічної безпеки території представлено у табл. 2.1.

Таблиця 2.1 - Чинники, що впливають на рівень екологічної безпеки України: групи та позначення чинників, тип впливу

Група чинників	Позначення	Чинник	Тип впливу
Соціально-демографічні чинники	v_2	ВВП на одну особу	стимулюючий
	v_3	Доходи населення	стимулюючий
	v_4	Захворюваність населення	дестимулюючий
Виробничі чинники	v_5	Ступінь зносу основних засобів	дестимулюючий
	v_6	Енергоємність виробництва	дестимулюючий
	v_7	Енергоспоживання на основі відновлюваних джерел	стимулюючий
Антропогенні чинники навколишнього середовища	v_8	Витрати на охорону навколишнього середовища	стимулюючий
	v_9	Викиди забруднюючих речовин	дестимулюючий
	v_{10}	Обсяг утворення відходів	дестимулюючий

Когнітивну модель оцінювання стану екологічної безпеки України представлено на рис. 2.3.

Означені фактори безпосередньо або опосередковано впливають на стан екологічної безпеки території. Під опосередкованим впливом будемо розуміти вплив який визначається декількома дугами, наприклад, зв'язок між вершинами v_2 та v_1 може бути як безпосереднім (шлях: $v_2 \xrightarrow{+} v_1$), так і опосередкованим

(шляхи: $v_2 \xrightarrow{-} v_5 \xrightarrow{-} v_1$ або $v_2 \xrightarrow{+} v_3 \xrightarrow{-} v_4 \xrightarrow{-} v_1$).

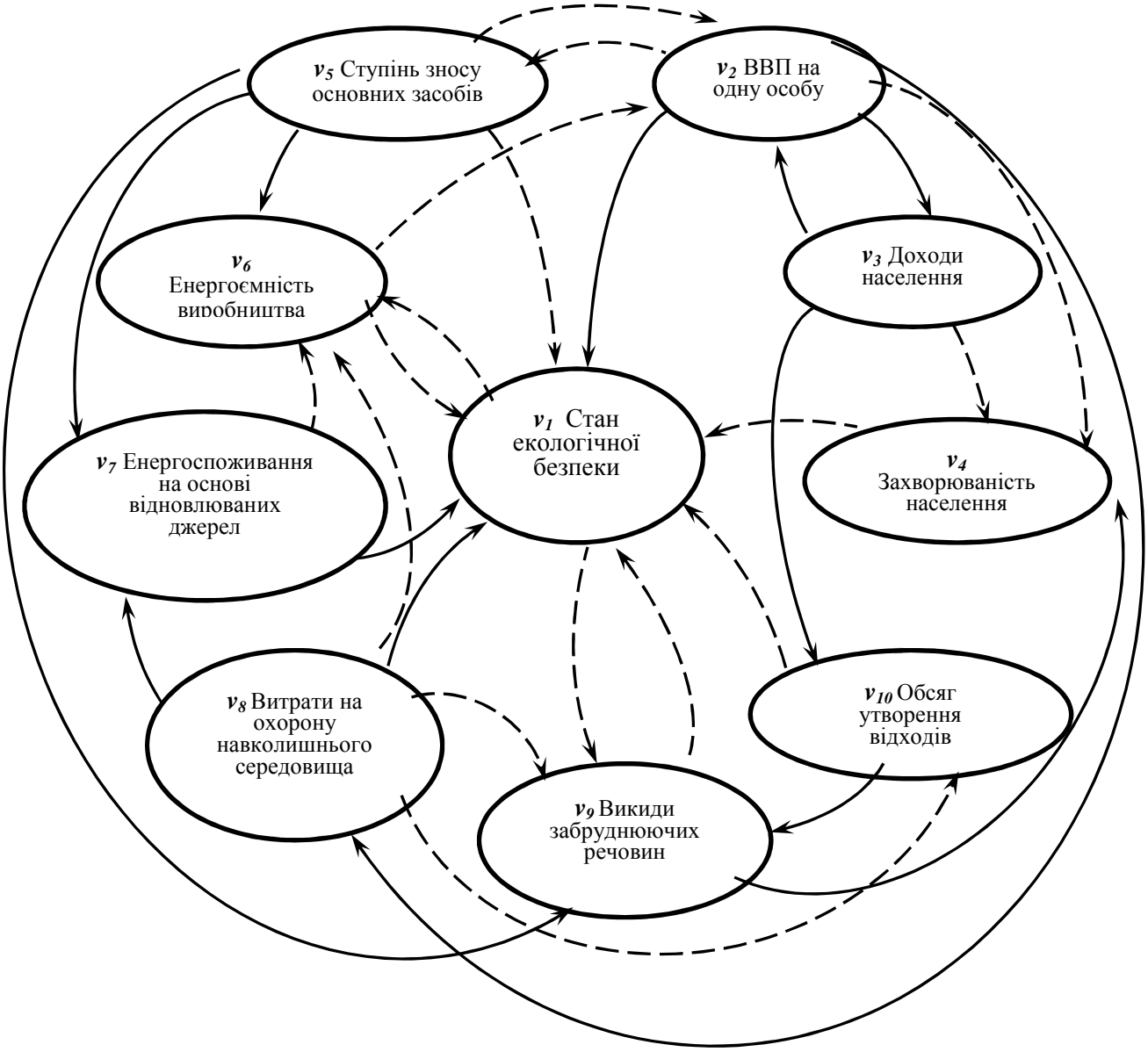


Рисунок 2.3 - Когнітивна модель впливу факторів на стан екологічної безпеки території

На наступному етапі оцінювання стану екологічної безпеки території проведено статистичний аналіз збалансованості когнітивної моделі за методом, запропонованим О.П. Кузнєцовим в роботі [36]. Реалізацію статичного аналізу когнітивної моделі здійснено за допомогою показника сумарного впливу i-го фактору на j-тий фактор (s_{ij}), та показника консонансу (c_{ij}), який є мірою

відмінності між позитивним і від'ємним впливом i-го фактору на j-тий [36].

Вважається, що чим більшим є значення консонансу, тим більш визначеним є вплив i-го фактору на j-тий фактор. Якщо $c_{ij} < 0$, то збільшення i-го фактору призведе до зменшення j-го фактору, якщо $c_{ij} > 0$, то збільшення i-го фактору призведе до зростання j-го фактору, а якщо $c_{ij} = 0$, то зміна i-го фактору не впливає на зміну j-го фактору.

Аналіз когнітивної моделі впливу факторів на стан екологічної безпеки території дозволяє визначити вплив обраного фактору на результуючий показник. Для прикладу, розглянемо вплив фактору «ВВП на одну особу», вершина v_2, на цільовий фактор «Стан екологічної безпеки», вершина v_1. Існуючі шляхи від фактору «ВВП на одну особу» до фактору «Стан екологічної безпеки» представлено в табл. 2.2.

Варто зазначити, що чим більшою є довжина шляху, тим слабшою є сила впливу, тому вплив фактору «ВВП на одну особу» до фактору «Стан екологічної безпеки» було розраховано з припущення, що $f(m)$ - монотонно спадаюча функція, $f(m) = \frac{1}{m}$. Тоді сумарний позитивний вплив дорівнює: $p_{21} = 1 + \frac{3}{2} + \frac{7}{3} + \frac{2}{4} \approx 5{,}333$; сумарний негативний вплив – дорівнює: $n_{21} = \frac{2}{3} + \frac{3}{4} + \frac{1}{5} \approx 1{,}617$.

Сумарний вплив відповідно дорівнює: $s_{21} = 5{,}333 + 1{,}617 = 6{,}95$. Отже, консонанс впливу «ВВП на одну особу» на «Стан екологічної безпеки» визначається співвідношенням: $c_{2,1} = \frac{5{,}333 - 1{,}617}{6{,}95} \approx 0{,}535$.

Оскільки $p_{21} > n_{21}$, то можна зробити висновок, що позитивний вплив ВВП на одну особу на стан екологічної безпеки більший за негативний, та величина консонансу ($c_{2,1}$) свідчить про те, що такий вплив є достатньо визначеним.

Таблиця 2.2 - Шляхи від фактору «ВВП на одну особу» до фактору «Стан екологічної безпеки»

Довжина шляху (m)	Шлях	Характеристика шляху
$m=1$	$v_2 \xrightarrow{+} v_1$	посилюючій
$m=2$	$v_2 \xrightarrow{-} v_5 \xrightarrow{-} v_1$	посилюючій
	$v_2 \xrightarrow{-} v_4 \xrightarrow{-} v_1$	посилюючій
	$v_2 \xrightarrow{+} v_8 \xrightarrow{+} v_1$	посилюючій
$m=3$	$v_2 \xrightarrow{+} v_3 \xrightarrow{-} v_4 \xrightarrow{-} v_1$	посилюючій
	$v_2 \xrightarrow{+} v_3 \xrightarrow{+} v_{10} \xrightarrow{-} v_1$	стабілізуючій
	$v_2 \xrightarrow{-} v_5 \xrightarrow{+} v_6 \xrightarrow{-} v_1$	посилюючій
	$v_2 \xrightarrow{-} v_5 \xrightarrow{+} v_7 \xrightarrow{+} v_1$	стабілізуючій
	$v_2 \xrightarrow{-} v_5 \xrightarrow{+} v_9 \xrightarrow{-} v_1$	посилюючій
	$v_2 \xrightarrow{+} v_8 \xrightarrow{+} v_7 \xrightarrow{+} v_1$	посилюючій
	$v_2 \xrightarrow{+} v_8 \xrightarrow{-} v_6 \xrightarrow{-} v_1$	посилюючій
	$v_2 \xrightarrow{+} v_8 \xrightarrow{-} v_9 \xrightarrow{-} v_1$	посилюючій
	$v_2 \xrightarrow{+} v_8 \xrightarrow{-} v_{10} \xrightarrow{-} v_1$	посилюючій
$m=4$	$v_2 \xrightarrow{+} v_3 \xrightarrow{+} v_{10} \xrightarrow{+} v_9 \xrightarrow{-} v_1$	стабілізуючій
	$v_2 \xrightarrow{-} v_5 \xrightarrow{+} v_7 \xrightarrow{-} v_6 \xrightarrow{-} v_1$	стабілізуючій
	$v_2 \xrightarrow{+} v_8 \xrightarrow{+} v_7 \xrightarrow{-} v_6 \xrightarrow{-} v_1$	стабілізуючій
	$v_2 \xrightarrow{+} v_8 \xrightarrow{-} v_9 \xrightarrow{+} v_4 \xrightarrow{-} v_1$	стабілізуючій
	$v_2 \xrightarrow{+} v_8 \xrightarrow{-} v_{10} \xrightarrow{+} v_9 \xrightarrow{-} v_1$	посилюючій
$m=5$	$v_2 \xrightarrow{+} v_3 \xrightarrow{+} v_{10} \xrightarrow{+} v_9 \xrightarrow{+} v_4 \xrightarrow{-} v_1$	стабілізуючій

Розраховані значення показників консонансу у когнітивній моделі впливу факторів на стан екологічної безпеки території представлено у табл. 2.3.

В результаті аналізу абсолютних значень консонансів когнітивної моделі можна дійти висновків, що найбільший вплив на стан екологічної безпеки території здійснюють такі чинники: захворюваність населення, викиди забруднюючих речовин, обсяг утворення відходів; найменший вплив здійснює показник енергоємності виробництва.

Таблиця 2.3 Розраховані значення показників консонансу у когнітивній моделі впливу факторів на стан екологічної безпеки території

Значення консонансу	Інтерпретація
$c_{2,1}$=0,53	позитивний вплив, зв'язок достатньо визначений
$c_{3,1}$=0,33	позитивний вплив, зв'язок достатньо визначений
$c_{4,1}$=-1	негативний вплив, зв'язок сильний
$c_{5,1}$=-0,36	негативний вплив, зв'язок достатньо визначений
$c_{6,1}$=-0,22	негативний вплив, зв'язок недостатньо визначений
$c_{7,1}$=0,55	позитивний вплив, зв'язок достатньо визначений
$c_{8,1}$=0,4	позитивний вплив, зв'язок достатньо визначений
$c_{9,1}$=-1	негативний вплив, зв'язок сильний
$c_{10,1}$=-1	негативний вплив, зв'язок сильний

Третім етапом алгоритму оцінювання рівня екологічної безпеки території є побудова моделі оцінювання рівня екологічної безпеки території. Побудова моделі здійснюється за такими кроками:

- крок 1 - побудова економетричної моделі оцінювання рівня екологічної безпеки території;є
- крок 2 - аналіз якості моделі, дослідження її прогнозних властивостей.

Варто звернути увагу, що за рекомендаціями Європейської економічної комісії ООН (Організації Об'єднаних Націй) показник енергоемності виробництва включено до переліку екологічних показників, що визначають екологічний стан країни. Для нашої країни він виявився таким, що здійснює слабкий вплив на стан навколишнє середовище, пояснити це, можна тим, що енергоємність виробництва залежить від рівня застосованих технологій, а українська сфера виробництва не може похвалитися високим рівнем технологій, навпаки, ступінь зносу основних виробничих фондів є дуже великим (майже 60 %). Ступінь зносу основних виробничих фондів визначає рівень енергоємності виробництва, тому має більший вплив на стан навколишнього середовища ніж енергоємність.

Отже, екологічна безпека території є об’єктом багатьох наукових досліджень не тільки внутрішньої, але й світової політики. Стан екологічної безпеки території залежить від рівня економічного розвитку. У роботі запропоновано визначати впливи на стан екологічної безпеки Україні через призму соціально-економічного розвитку за допомогою методу когнітивного моделювання. Так, на основі значень консонансів когнітивної моделі доведено, що негативний вплив на стан екологічної безпеки здійснюють такі чинники: захворюваність населення, викиди забруднюючих речовин, обсяг утворення відходів; найменший вплив здійснює показник енергоємності виробництва.

Запропонований підхід для експрес оцінювання впливу чинників на стан екологічної безпеки на основі когнітивного моделювання може бути застосований у процесі підтримки прийняття управлінських рішень щодо доцільності впровадження природоохоронних заходів на державному та регіональному рівнях, оскільки дозволяє оперативно визначати поточний стан безпеки, з врахуванням соціально-демографічних та виробничих факторів та антропогенних чинників навколишнього середовища.

РОЗДІЛ 3
ОЦІНЮВАННЯ РІВНЯ ЕКОЛОГІЧНОЇ БЕЗПЕКИ ЗАПОРІЗЬКОЇ ОБЛАСТІ

3.1 Аналіз екологічного стану Запорізької області

Запорізький регіон є одним з найбільших промислових центрів України з потужним індустріальним комплексом. У м. Запоріжжя зосереджені підприємства металургійної, машинобудівної, хімічної, переробної сфер економічної діяльності. Виробнича діяльність підприємств призводить до значної кількості викидів у навколишнє середовище, які спричиняють забруднення атмосферного повітря, водних і земельних ресурсів та негативно впливають на здоров'я населення. Екологічна складова є однією з пріоритетних складових соціального-економічного розвитку території. Проте, промисловий комплекс Запорізької області, що дістався у спадок від Радянського союзу, потребував та досі потребує оновлення. Заміна старих витратних, енергоємних технологій та устаткування потребує значних фінансових вкладень.

Соціально-економічний розвиток регіону характеризується якісними змінами та незворотністю, а як складний та динамічний процес - мінливістю та невизначеністю стану у майбутньому. Якісні зміни в економіці можуть негативно або позитивно впливати на рівень екологічної безпеки. Оцінювання стану екологічної безпеки є важливим науково-практичним завданням, адже глобальні економічні, соціальні, політичні, кліматичні зміни, які не обійшли й Україну, висувають нові умови господарювання. Як було зазначено вище на стан екологічної безпеки території впливають соціально-демографічні, виробничі фактори та антропогенні чинники навколишнього середовища.

Рівень екологічної безпеки визначається екологічним станом території. Під аналізом екологічного стану будемо розуміти аналіз показників щодо опису екологічної ситуації території. Враховуючи проведений у п.п. 2.3 аналіз чинників, що впливають на стан екологічної безпеки проведемо аналіз

екологічного стану Запорізької області за трьома групами факторів: соціально-демографічними (ВРП на одну особу, доходи населення, захворюваність населення), виробничими (ступінь зносу основних засобів, енергоємність виробництва, енергоспоживання на основі відновлюваних джерел), антропогенними чинниками навколишнього середовища (витрати на охорону навколишнього середовища, викиди забруднюючих речовин, обсяг утворення відходів).

Конституцією України гарантується право вільного доступу до інформації про стан довкілля, про якість харчових продуктів і предметів побуту, а також право на її поширення [37]. Для аналізу екологічного стану Запорізької області використано:

– офіційні статистичні, що представлено на сайтах: служби статистики України (http://www.ukrstat.gov.ua/) та територіального управління статистики у Запорізькій області (http://zp.ukrstat.gov.ua/index.php/statystychna-informatsiia);

– зведена інформація, що отримана у відповідь на запит до Головного управління статистики у Запорізькій області щодо показників про навколишнє середовище Запорізької області.

Варто зазначити, що у когнітивній моделі оцінювання впливу показників на стан екологічної безпеки території (рис. 2.3), у групу соціально-демографічних показників увійшов макроекономічний фактор - ВВП на душу населення, а, оскільки проводимо аналіз екологічного стану Запорізької області, то замість цього показника, будемо досліджувати - валовий регіональний продукт (ВРП) на душу населення. Оскільки ВРП на душу населення відображає тенденції обсягів виробництва, враховуючі регіональні особливості. Крім того, оскільки заробітна плата є основним джерелом доходів українців, то у якості показника доходи населення будемо використовувати показник - середньомісячна заробітна плата. Динаміку означених показників за даними Головного управління статистики у Запорізькій області за період з 2000 р. по 2019 р. представлено на рис. 3.1.

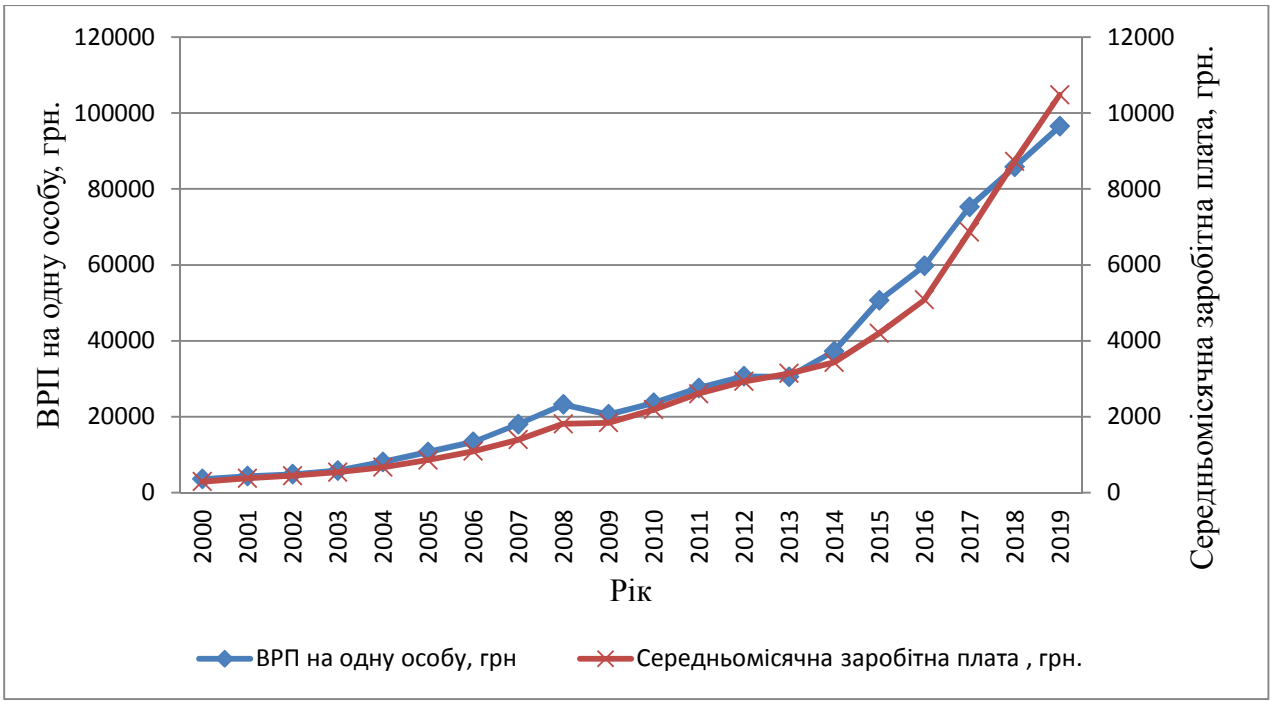


Рисунок 3.1 – Динаміка ВРП на одну особу та середньомісячної заробітної плати у Запорізькій області, 2000-2019 р. (за даними [38,39]).

Аналіз динаміки ВРП на одну особу у Запорізькій області за період з 2000 р. по 2019 р. свідчить про зростання означеного показника майже у 27 разів. Аналіз динаміки середньомісячної заробітної плати у Запорізькій області за період з 2000 р. по 2019 р. також свідчить про зростання цього показника у 36,3 разів. Як бачимо, тенденція зміни означених показників є майже однаковою, що обумовлюється залежністю заробітної плати від обсягів виробництва.

Показник захворюваності населення також є відображенням екологічного стану території, очевидним є факт, що чим гірше екологія, тим більше захворюваність населення. Крім того, абсолютний показник захворюваності залежить від кількості наявного населення у регіоні. Динаміку захворюваності населення та кількості наявного населення у Запорізькій області за даними Головного управління статистики за період з 2000 р. по 2019 р. представлено на рис. 3.2. Аналіз динаміки захворюваності населення у Запорізькій області за період з 2000 р. по 2019 р. свідчить про те, що захворюваність за період що аналізується зменшилася на 14,5 %.

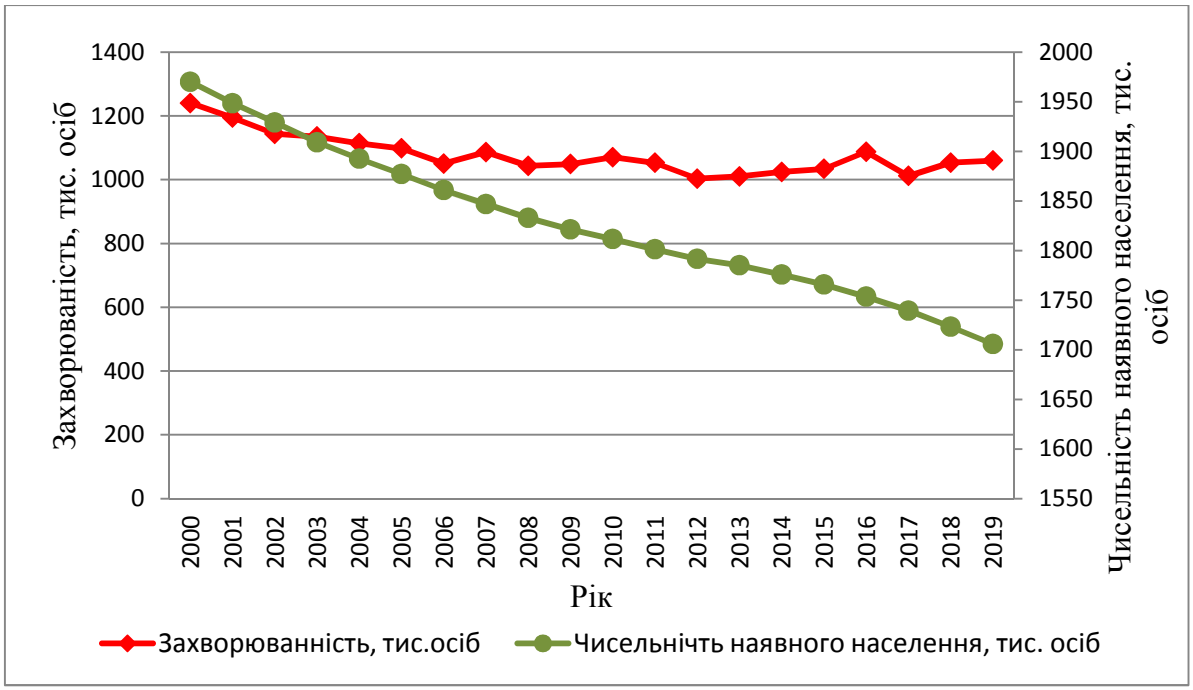


Рисунок 3.2 – Динаміка захворюваності населення та кількості наявного населення у Запорізькій області, 2000-2019 р. (за даними [40,41]).

Таке зниження захворюваності відбувається на фоні загального скорочення наявного населення у Запорізькій області, яке за період з 200 по 2019 р становило 13,5 %.

Вплив на екологічний стан територіє здійснюють і виробничі чинники: ступінь зносу основних засобів, енергоємність виробництва, енергоспоживання на основі відновлюваних джерел. Проте, відсутність статистичної інформації у регіональному розрізі показників - енергоспоживання на основі відновлюваних джерел - не дало змогу дослідити його динаміку. Отже, динаміку ступеня зносу основних засобів та енергоємності виробництва у Запорізькій області за даними Головного управління статистики за період з 2000 р. по 2019 р. представлено на рис. 3.3.

Аналіз динаміки ступеня зносу основних засобів у Запорізькій області показав, що означений показник за період з 2000 р. по 2019 р. збільшився у 2,15 разів, що свідчить про негативні тенденції у виробництві, тобто основні фонди не оновлюються. А оскільки Запорізька область є промисловим регіоном де зосереджено багато металургійних підприємств, то використання застарілих

технологій не сприяє зростанню екологічної безпеки території, а навпаки, погіршує стан екології.

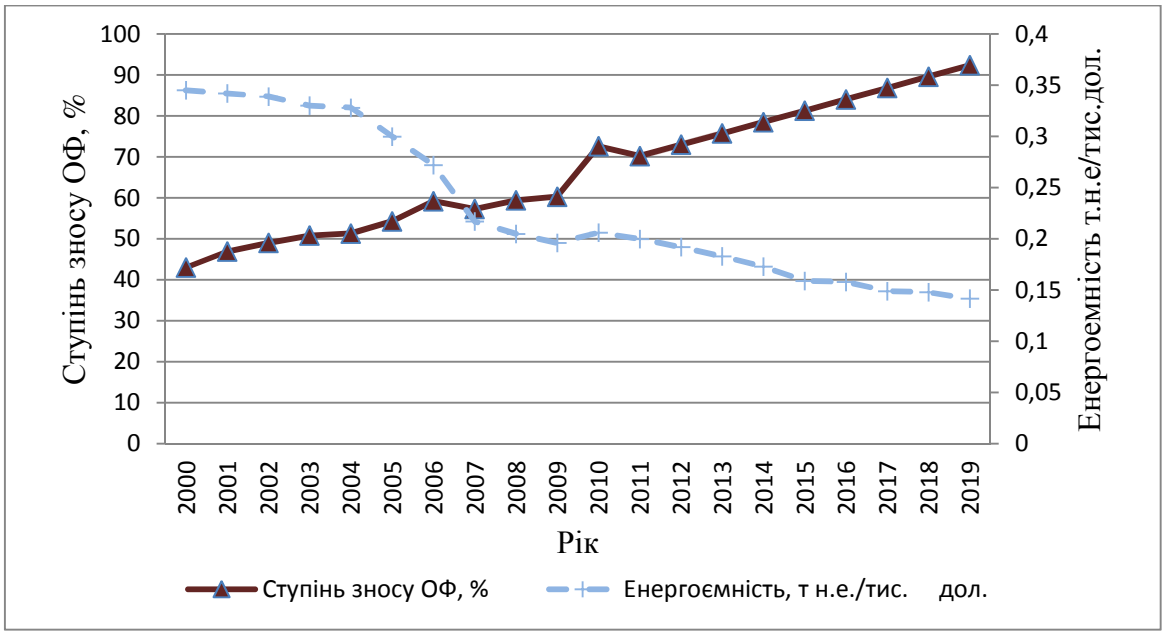


Рисунок 3.3 – Динаміка ступеня зносу основних засобів та енергоємності виробництва у Запорізькій області, 2000-2019 р. (за даними [42]).

Ще одним показником, що впливає на екологічний стан території є витрат на охорону навколишнього природнього середовища, за рахунок яких державні органи влади мають впроваджувати природоохоронні програми, що сприяють зростанню екологічної безпеки території. Крім того, за рахунок витрат на охорону навколишнього середовища мають підтримуватися заходи щодо зменшення викидів шкідливих речовин. Динаміку витрат на охорону навколишнього природнього середовища та викидів шкідливих речовин в атмосферне повітря у Запорізькій області за період з 2000 р. по 2019 р. за даними Головного управління статистики представлено на рис. 3.4.

Аналіз динаміки витрат на охорону навколишнього природнього середовища у Запорізькій області показав, що означений показник за період з 2000 р. по 2019 р. збільшився у 16,2 разів. Візуальний аналіз динаміки витрат свідчить про наявність коливань, оскільки на рис. 3.4 представлено річні данні, то можна висунути гіпотезу про наявність певних циклічних коливань

досліджуваного показника. Проте, така циклічність спостерігається лише до 2013 р., а починаючи з 2014 р. відмічаються стрибкоподібні зміни.

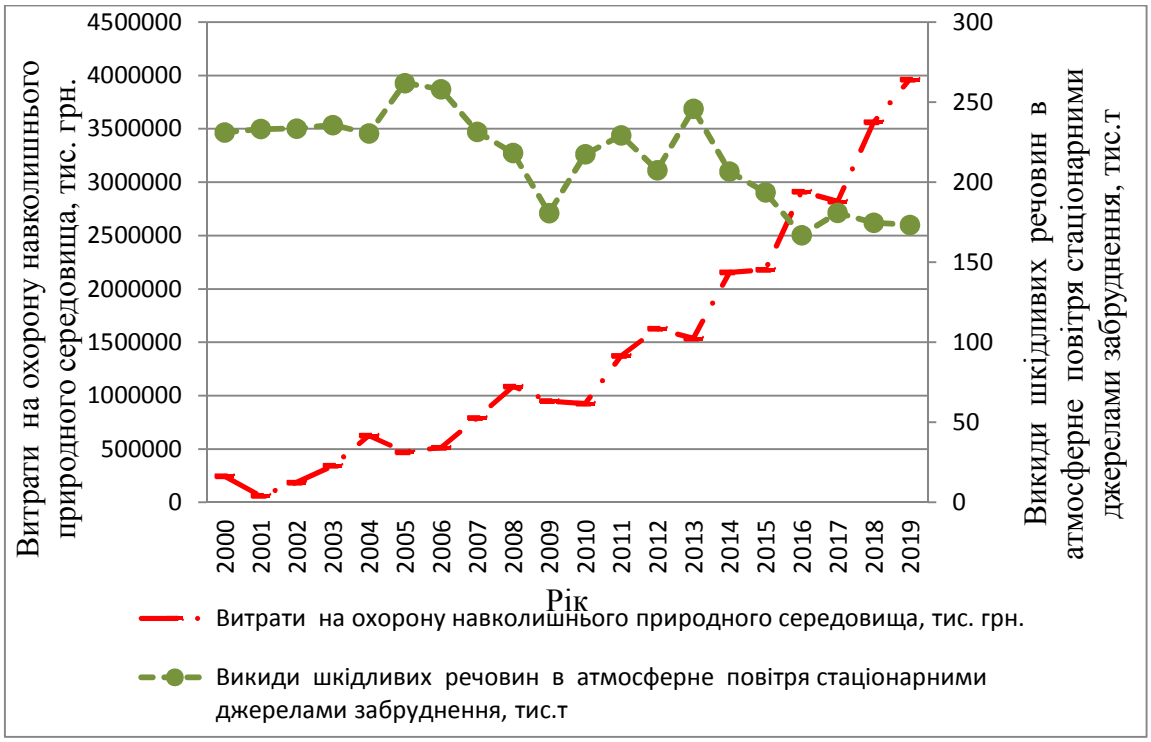


Рисунок 3.4 – Динаміка витрат на охорону навколишнього природнього середовища та обсягів викидів шкідливих речовин в атмосферне повітря у Запорізькій області, 2000-2019 р. (за даними [43]).

На фоні цього, обсяг викидів шкідливих речовин в атмосферне повітря за період, що аналізується, скоротився на 25 %. Можна припустити, що скорочення викидів пов’язано з тим, що політичні події в Україні у 2014 р. спричинили негативні тенденції у промисловості Запорізької області, а саме закриття промислових підприємств та, за відсутності попиту на продукцію металургійних підприємств,скорочення обсягів виробництва. Проте, коефіцієнт кореляції між показником «витрати на охорону навколишнього природнього середовища» та показником «обсягів викидів шкідливих речовин в атмосферне повітря» у Запорізькій області дорівнює -0,81, що свідчить про сильний обернений зв'язок, тобто зростання витрат на охорону навколишнього

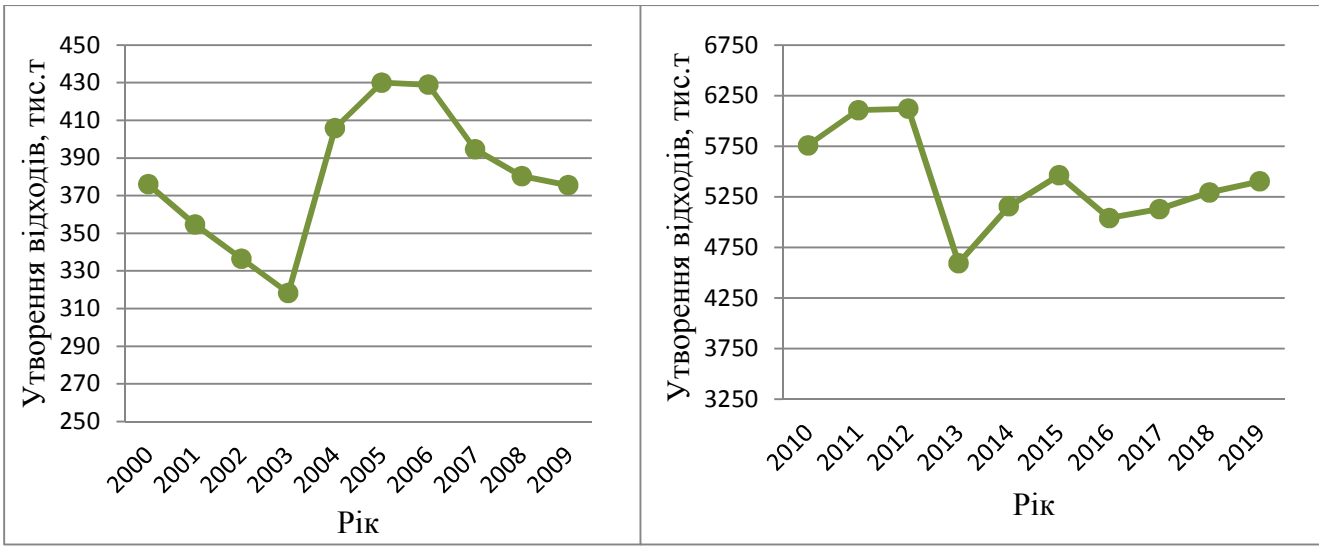
природнього середовища призводить до скорочення обсягу викидів шкідливих речовин в атмосферне повітря.

За роки незалежності державні органи влади намагалися вирішити проблему фінансування заходів щодо охорони навколишнього середовища на територіях з високим рівнем забруднення. Одним із позитивних кроків державної підтримки було прийняття положення «Про порядок проведення еколого-економічного експерименту в містах Кривий Ріг, Дніпродзержинськ, Маріуполь і Запоріжжя» [44]. Джерелами фінансування визначалися кошти фондів охорони навколишнього природного середовища усіх рівнів, що отримано за рахунок надходження платежів від збору за забруднення навколишнього природного середовища, інші бюджетні кошти, в тому числі з Державного бюджету за державними програмами та власні кошти підприємств.

Основною метою еколого-економічного експерименту було виведення означених міст з екологічної кризи. Проте, у 2006 р. Постанова КМУ № 715 [44] втратила чинність та проведення цього експерименту було припинено.

Варто зазначити, що до 2010 р. відходи класифікувалися за трьома класами: надзвичайно небезпечні; високо небезпечні; помірно небезпечні. З 2010 р. державна статистика збирає інформацію щодо IV класу відходів – мало небезпечних, до цього класу відносяться відходи, що утворюються домогосподарствами [45]. На екологічну безпеку території також впливає обсяг утворення відходів, динаміку якого за період з 2000 р. по 2019 р. по Запорізькій області за даними Головного управління статистики представлено на рис. 3.5.

По Запорізькій області за період, що аналізується, спостерігалася тенденція скорочення утворення обсягів відходів. Так, у 2019 р. обсяг утворених відходів скоротився на 7 % у порівнянні з 2010 р. Проте, у порівнянні з 2016 р. збільшився на 7 %. Позитивна динаміка щодо поводження з відходами у Запорізькій області відмічається також і відносно їх утилізації. Динаміку утворення відходів та частку утилізованих від загальної кількості утворених відходів I-III класів небезпеки у Запорізькій області за період з 2000 р по 2019 р. представлено на рис. 3.6.



а) утворення відходів I-III класів небезпеки б) утворення відходів I-IV класів небезпеки

Рисунок 3.5 – Динаміка утворення відходів у Запорізькій області, 2000-2019 р. [43].

Рисунок 3.6 – Динаміка утворення відходів I-III класів небезпеки та утилізованої їх частки по Запорізькій області, 2000-2019 р. [43].

Так, за період з 2000 р. по 2019 р. обсяг утворення відходів I-III класів небезпеки зменшився у 22 рази, а частка утилізованих відходів зросла з з 2,3 % у 2000 р. до 72 % у 2019 р.

Проте, проблема утилізації та переробки відходів для Запорізького регіону залишається актуальною, оскільки загальний обсяг відходів I-III класів небезпеки накопичених протягом експлуатації, у спеціально відведених місцях чи об'єктах з кожним роком зростає, динаміку цього показника по Запорізькій області за період з 2000 р. по 2017 р. представлено на рис. 3.7.

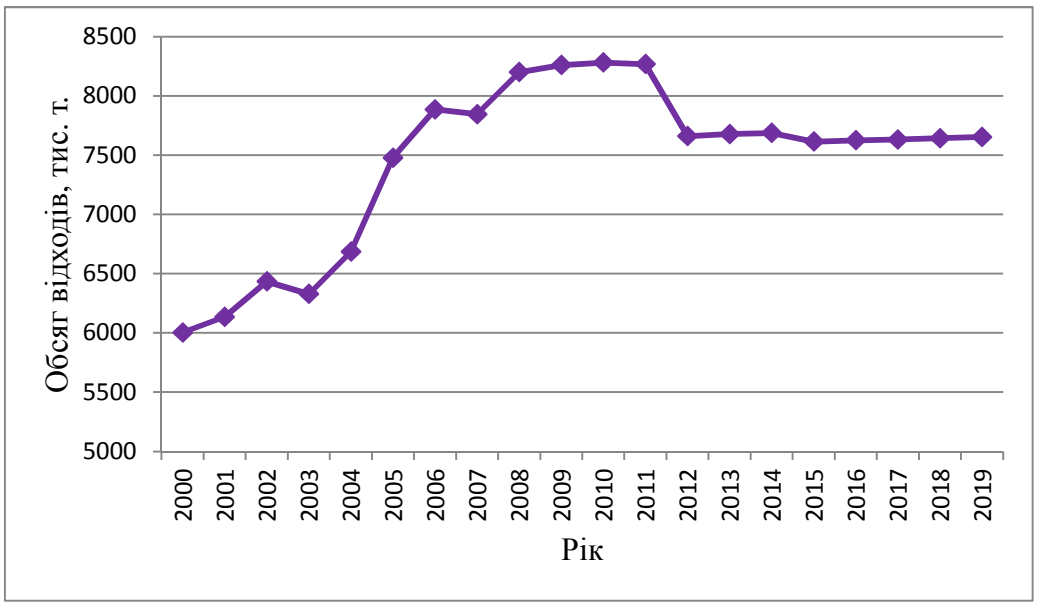


Рисунок 3.7 – Динаміка загального обсягу накопичених відходів I-III класів небезпеки, Запорізька область, 2000-2019 р. [43].

Так, у 2019 р. обсяг відходів I-III класів небезпеки накопичених протягом експлуатації, у спеціально відведених місцях чи об’єктах збільшився у порівнянні з 2000 р. за майже у 1,3 рази.

Таким чином, проведений аналіз екологічного стану Запорізької області дозволив дійти висновків, що визначається тенденція до зменшення викидів та утворення відходів. Проте, обсяг відходів, що накопичується у спеціальних місцях зберігання має тенденцію до збільшення. Також ступінь зносу основних фондів з кожним роком зростає, що негативно впливає на екологічну безпеку території. Проте, скорочення енергоємності виробнича свідчить про зміну технологій на енергоощадні, що позитивно впливає на рівень екологічної безпеки території. Все це відбувається на фоні зростання обсягів витрат на охорону навколишнього природного середовища. Крім того, у Запорізькій

області за період з 2000 р. по 2019 р. спостерігається скорочення абсолютного значення захворюваності населення на 15 % , але, така тенденція пояснюється зменшенням кількості наявного населення на 14,5 %. Отже, екологічний стан Запорізької області можна охарактеризувати як незадовільний, що дозволяє висунути гіпотезу про низький рівень екологічної безпеки. Для підтвердження цієї гіпотези необхідно виміряти рівень екологічної безпеки, тому, виникає необхідність розробки кількісної оцінки рівня екологічної безпеки території.

3.2 Розрахунок рівня екологічної безпеки Запорізької області

З метою отримання та узагальнення інформації про вплив соціально-економічних факторів на навколишнє середовище у Запорізькій області застосуємо запропонований алгоритм оцінювання рівня екологічної безпеки території. У п.п. 2.3 було побудовано когнітивну модель впливу факторів на стан екологічної безпеки території. В результаті аналізу абсолютних значень консонансів когнітивної моделі дійшли висновків, що найбільший вплив на стан екологічної безпеки території здійснюють такі чинники: захворюваність населення, викиди забруднюючих речовин, обсяг утворення відходів; найменший вплив здійснює показник енергоємності виробництва. Проте, стан екологічної безпеки території це показник якісний, тому на другому етапі необхідно кількісно оцінити її рівень.

Для кількісної оцінки рівня екологічної безпеки території та Запорізької області, зокрема, запропоновано застосовувати інтегральний показник.

Оцінка рівня екологічної безпеки складається з таких кроків:

- формування інформаційної бази дослідження;
- розбиття чинників на групи;
- нормування показників;
- розрахунок інтегральних індикаторів по групах;
- розрахунок рівня екологічної безпеки.

Отже, основою для формування інформаційної бази дослідження є

статистичні данні Державної служби статистики України та Головного управління статистики у Запорізькій області. Формування таблиці вхідних даних для розрахунку інтегрального показника здійснимо за трьома групами чинників: соціально-демографічними, виробничими та антропогенними чинниками навколишнього середовища (табл. 3.1).

Таблиця 3.1 - Вхідні дані для розрахунку інтегрального показника рівня екологічної безпеки Запорізької області [38-43].

Рік	ВРП на одну особу, грн	Доходи населення (Середньомісячна заробітна плата штатних працівників), грн.	Захворюваність, тис.осіб	Ступінь зносу ОФ, %	Енергоємність, т н.е./ тис. міжнародних доларів	Витрати на охорону навколишнього природного середовища, тис. грн.	Викиди шкідливих речовин в атмосферне повітря стаціонарними джерелами забруднення, тис.т	Утворення відходів, тис. т
1	v_2	v_3	v_4	v_5	v_6	v_8	v_9	v_{10}
2000	3582	289	1240,2	43	0,345	244296,4	231,2	376
2001	4340	379	1194,5	46,9	0,342	62451,4	233,3	354,7
2002	4855	445	1143,7	49	0,339	186549,8	233,5	336,5
2003	5801	541	1135,2	50,8	0,33	344003,1	235,8	318,3
2004	8093	671	1114	51,3	0,328	626019,8	230,5	405,9
2005	10683	860	1098	54,3	0,3	471895	262	430
2006	13369	1091	1050,2	59,2	0,272	512840,4	258,1	428,9
2007	18022	1394	1086,7	57,3	0,217	790539,8	231,6	394,7
2008	23232	1812	1043,1	59,4	0,205	1086221,5	218,3	380,4
2009	20614	1843	1049	60,3	0,196	949168,6	180,8	75,5
2010	23657	2187,2	1070,2	72,6	0,206	925581	217,5	5758,1
2011	27567	2606,68	1053,1	70,21	0,200	1374062,1	229,3	6106,5
2012	30656	2927,44	1003	72,98	0,192	1626753,2	207,6	6120,9
2013	30526	3142,16	1010,3	75,74	0,183	1535459,6	245,9	4594,9
2014	37251	3432,12	1024,2	78,51	0,173	2155955,7	206,7	5155,6
2015	50609	4199,53	1034	81,28	0,159	2178605,5	193,7	5463,3
2016	59729	5080,41	1087,4	84,05	0,158	2912328,8	167	5040,8
2017	75306	6863,31	1011,7	86,82	0,149	2820095,3	180,9	5129,4
2018	85784	8725,67	1053,32	89,59	0,148	3561450,7	174,7	5294,4
2019	96492	10480,2	1059,92	92,36	0,142	3963101,5	173,4	5403,3

Особливістю вихідного масиву даних є неспівмірність його по одиницях виміру і різноспрямованість їх впливу на рівень екологічної безпеки. Дані недоліки можливо врахувати у різний спосіб. Ми використовували процедуру нормування за максимальним значенням індикатора з урахуванням його позитивного або негативного впливу.

Нормування показників будемо здійснювати враховуючи їх спрямованість, тобто стимулюючі або дестимулюючі. Стимулюючі показники нормуємо, використовуючи формулу (2.1), а дестимулюючі показники - використовуючи формулу (2.2).

Максимальні та мінімальні значення показників представлено в табл. 3.2.

Таблиця 3.2 - Максимальні та мінімальні значення показників

Рік	ВРП на одну особу, грн	Доходи населення (Середньомісячна заробітна плата штатних працівників), грн.	Захворюваність, тис.осіб	Ступінь зносу ОФ, %	Енергоємність, т н.е./ тис. міжнародних доларів	Витрати на охорону навколишнього природного середовища, тис. грн.	Викиди шкідливих речовин в атмосферне повітря стаціонарними джерелами забруднення, тис.т	Утворення відходів, тис. т
max	96491,67	10480,20	1240,20	92,36	0,35	3963101,50	262,00	6120,90
min	3582,00	289,00	1003,00	43,00	0,14	62451,36	167,00	75,50
max-min	92909,67	10191,20	237,20	49,36	0,20	3900650,14	95,00	6045,40

Результати нормування представлено в табл. 3.3. Наступним кроком розрахунку інтегрального показника рівня екологічної безпеки Запорізької області є розрахунок інтегральних індикаторів по групах.

Таблиця 3.3 - Результати нормування показників

Рік	ВРП на одну особу, грн	Доходи населення (Середньомісячна заробітна плата штатних працівників), грн.	Захворюванність, тис.осіб	Ступінь зносу ОФ, %	Енергоємність, т н.е./ тис. міжнародних доларів	Витрати на охорону навколишнього природного середовища, тис. грн.	Викиди шкідливих речовин в атмосферне повітря стаціонарними джерелами забруднення, тис.т	Утворення відходів, тис. т
1	v_2	v_3	v_4	v_5	v_6	v_8	v_9	v_{10}
2000	0,0000	0,0000	0,0000	1,0000	1,0000	0,9534	0,3242	0,9503
2001	0,0082	0,0088	0,1927	0,9210	0,9852	1,0000	0,3021	0,9538
2002	0,0137	0,0153	0,4068	0,8784	0,9705	0,9682	0,3000	0,9568
2003	0,0239	0,0247	0,4427	0,8420	0,9262	0,9278	0,2758	0,9598
2004	0,0486	0,0375	0,5320	0,8318	0,9164	0,8555	0,3316	0,9453
2005	0,0764	0,0560	0,5995	0,7710	0,7787	0,8950	0,0000	0,9414
2006	0,1053	0,0787	0,8010	0,6718	0,6410	0,8845	0,0411	0,9415
2007	0,1554	0,1084	0,6471	0,7103	0,3705	0,8133	0,3200	0,9472
2008	0,2115	0,1494	0,8309	0,6677	0,3115	0,7375	0,4600	0,9496
2009	0,1833	0,1525	0,8061	0,6495	0,2672	0,7727	0,8547	1,0000
2010	0,2161	0,1863	0,7167	0,4003	0,3164	0,7787	0,4684	0,0600
2011	0,2582	0,2274	0,7888	0,4488	0,2869	0,6637	0,3442	0,0024
2012	0,2914	0,2589	1,0000	0,3927	0,2475	0,5990	0,5726	0,0000
2013	0,2900	0,2800	0,9692	0,3366	0,2033	0,6224	0,1695	0,2524
2014	0,3624	0,3084	0,9106	0,2805	0,1541	0,4633	0,5821	0,1597
2015	0,5062	0,3837	0,8693	0,2244	0,0852	0,4575	0,7189	0,1088
2016	0,6043	0,4702	0,6442	0,1683	0,0803	0,2694	1,0000	0,1787
2017	0,7720	0,6451	0,9633	0,1122	0,0361	0,2930	0,8537	0,1640
2018	0,8848	0,8278	0,7879	0,0561	0,0311	0,1030	0,9189	0,1367
2019	1,0000	1,0000	0,7600	0,0000	0,0000	0,0000	0,9326	0,1187

Для групи соціально-демографічних показників (ВРП на одну особу, доходи населення, захворюваність населення) інтегральний індикатор (Isd) визначається за формулою:

$$Isd = \alpha_2 v_2 + \alpha_3 v_3 + \alpha_4 v_4, \qquad (3.1)$$

де α_i - ваговий коефіцієнт, що визначає ступінь внеску і-того показника в інтегральний індикатор Isd.

Для групи виробничих показників (ступінь зносу основних засобів, енергоємність виробництва) інтегральний індикатор (Iv) визначається за формулою:

$$Iv = \beta_5 v_5 + \beta_6 v_6 \qquad (3.2)$$

де β_i - ваговий коефіцієнт, що визначає ступінь внеску і-того показника в інтегральний індикатор Iv.

Для групи антропогенних чинників навколишнього середовища (витрати на охорону навколишнього середовища, викиди забруднюючих речовин, обсяг утворення відходів) інтегральний індикатор ($Iaef$) визначається за формулою:

$$Iaef = \gamma_8 v_8 + \gamma_9 v_9 + \gamma_{10} v_{10} \qquad (3.3)$$

де γ_i - ваговий коефіцієнт, що визначає ступінь внеску і-того показника в інтегральний індикатор $Iaef$.

Інтегральний показник рівня екологічної безпеки Запорізької області визначається за формулою

$$Ies = \lambda_1 \cdot Isd + \lambda_2 \cdot Iv + \lambda_3 \cdot Iaef \qquad (3.4)$$

де λ_i - ваговий коефіцієнт, що визначає ступінь внеску групи показників в інтегральний показник рівня екологічної безпеки.

Результати розрахунків представлено в табл. 3.4. Динаміку зміни інтегрального показника рівня екологічної безпеки Запорізької області представлено на рис. 3.8. Аналіз динаміки свідчить, що інтегральний показник рівня екологічної безпеки за період з 2000 р. по 2019 р. зростає та за період, що аналізується він збільшився у 2,4 рази.

Таблиця 3.4 - Результати розрахунку групових інтегральних індексів та інтегрального показнику рівня екологічної безпеки Запорізької області

Рік	Індекс соціально-демограф чинників	Індекс виробничих чинників	Індекс антропогенних чинників навколишнього середовища	Інтегральний показник рівня екологічної безпеки
2000	0	0	0,666666667	0,266666667
2001	0,069884676	0,100747783	0,69963045	0,331041918
2002	0,145279495	0,211068502	0,751917946	0,407671578
2003	0,163758349	0,233695817	0,736951997	0,414017048
2004	0,206025443	0,284761896	0,760088447	0,45127158
2005	0,243983968	0,327761414	0,716410076	0,458087645
2006	0,328348676	0,439853575	0,704587591	0,512295711
2007	0,30365996	0,37778005	0,575962936	0,434817177
2008	0,397294254	0,490193504	0,603378289	0,507597643
2009	0,38062439	0,479277661	0,574254634	0,487672469
2010	0,373007865	0,451476753	0,477784835	0,438459319
2011	0,424786516	0,508102785	0,508143118	0,483124037
2012	0,516765091	0,629446974	0,546734824	0,562557549
2013	0,513063168	0,624593694	0,503023892	0,542506616
2014	0,5271411	0,609519525	0,448398743	0,520357684
2015	0,586394418	0,626512472	0,39297788	0,521063219
2016	0,572883999	0,557166912	0,297598115	0,45805452
2017	0,793464829	0,804209421	0,370525744	0,627512573
2018	0,833482976	0,807848535	0,291700224	0,609079543
2019	0,920011242	0,880016863	0,253344576	0,641346262

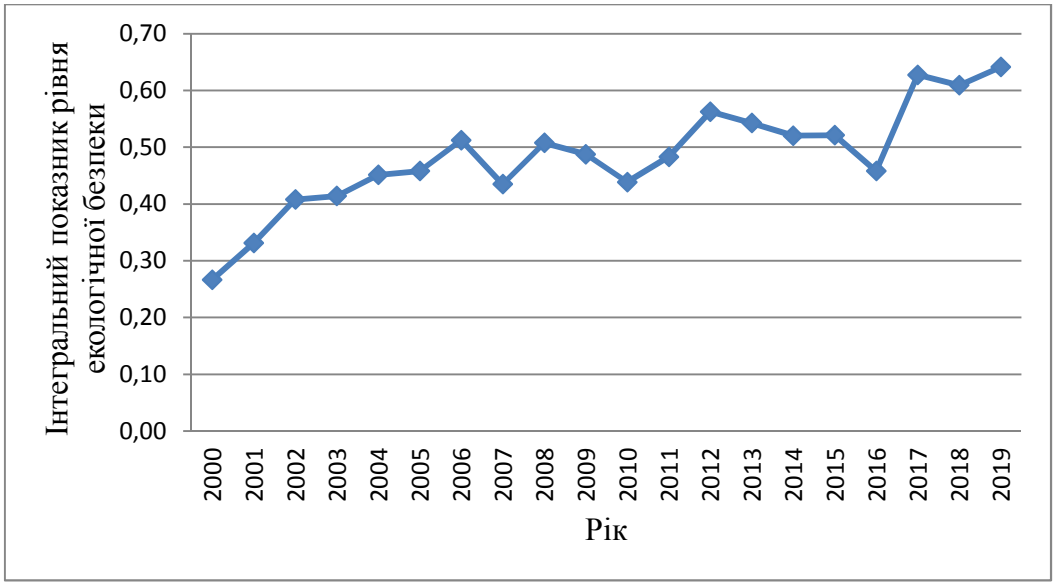


Рисунок 3.8 - Динаміка інтегрального показника рівня екологічної безпеки Запорізької області, 2000-2019 рр.

Варто зазначити, що розрахунок інтегрального показника рівня екологічної безпеки є достатньо трудомістким, тому у роботі побудовано модель оцінювання рівня екологічної безпеки.

3.3 Побудова моделі оцінювання рівня екологічної безпеки Запорізької області

Лінійна регресійна модель залежності інтегрального показника рівня екологічної безпеки від ВРП на одну особу, доходів населення, захворюваності населення, ступінь зносу основних засобів, енергоємності виробництва, витрат на охорону навколишнього середовища, викидів забруднюючих речовин, обсягу утворення відходів має вигляд:

$$Ies_t = -0{,}0003v_2 - 0{,}00003v_3 - 0{,}0005v_4 + 0{,}012v_5 + 0{,}476v_6 - \\ - 0{,}00001v_8 + 0{,}0007v_9 - 0{,}000003v_{10} \quad . \qquad (3.5)$$

Результати оцінювання параметрів з методом найменших квадраті представлено у Додатку Б. Модель (3.5) має високу якість, оскільки коефіцієнт детермінації дорівнює 99 %, та є статистично значущою, оскільки розрахункове значення критерію Фішера (336,6) більше за критичне (3,15). Проте, параметри моделі (3.5) при змінних v_2, v_3, v_6, v_8 є статистично незначущими. Отже, виключимо ці змінні, тоді модель має вигляд:

$$Ies_t = 0{,}13 - 0{,}001v_4 + 0{,}014v_5 + 0{,}002v_9 + 0{,}000007v_{10}. \qquad (3.6)$$

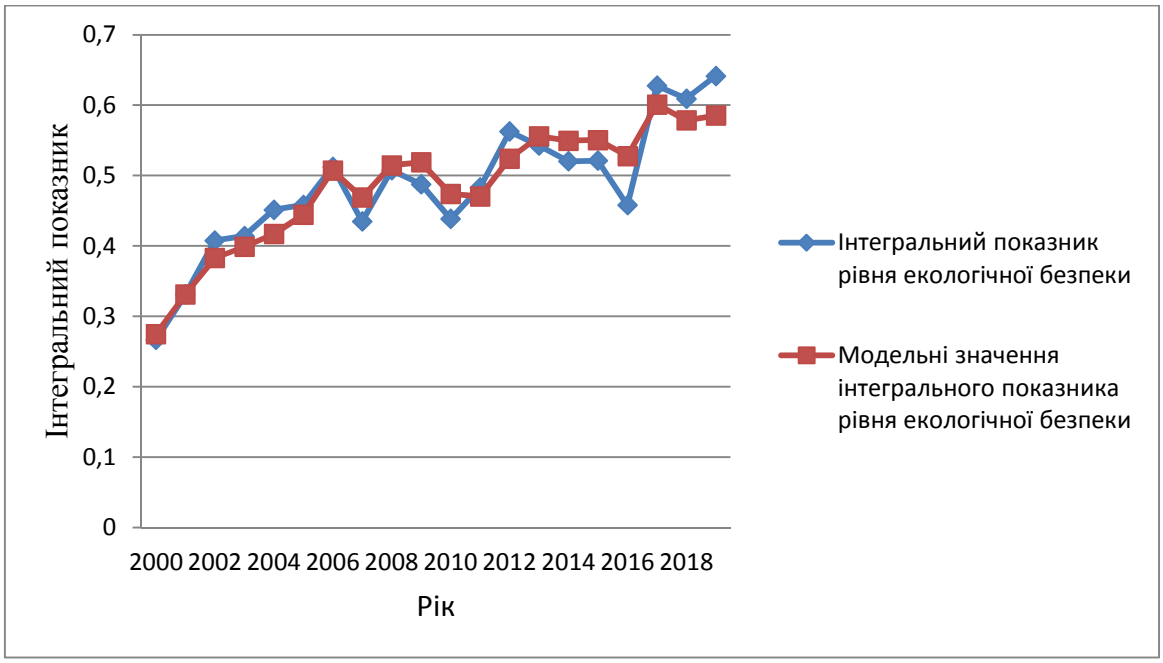
Результати оцінювання параметрів з методом найменших квадраті представлено у Додатку В. Модель (3.6) має високу якість, оскільки коефіцієнт детермінації дорівнює 96 %, та є статистично значущою, оскільки розрахункове значення критерію Фішера (30,8) більше за критичне (3,15). Параметри моделі з ймовірністю 95 % є статистично значущими, окрім

параметру при змінній «викиди шкідливих речовин в атмосферне повітря стаціонарними джерелами забруднення». Тому, виключимо цю змінну з моделі, тоді модель приймає вигляд:

$$Ies_t = 1{,}067 - 0{,}0008v_4 + 0{,}005v_5 - 0{,}00002v_{10}. \qquad (3.7)$$

Результати оцінювання параметрів з методом найменших квадраті представлено у Додатку Г. Модель (3.7) має високу якість, оскільки коефіцієнт детермінації дорівнює 88 %, та є статистично значущою, оскільки розрахункове значення критерію Фішера (40,6) більше за критичне (3,15). Параметри моделі з ймовірністю 95 % є статистично значущими.

Модельні та розраховані значення інтегрального показника рівня екологічної безпеки Запорізької області представлено на рис. 3.9.



В результаті проведеного економетричного аналізу визначено, що на рівень екологічної безпеки впливають: захворюваність населення, ступінь зносу основних засобів, обсяг утворення відходів. Варто зазначити, що за результатами когнітивного моделювання отримано такі ж висновки.

ВИСНОВКИ

Екологічна безпека є об’єктом багатьох наукових досліджень не тільки внутрішньої, але й світової політики. Стан екологічної безпеки території залежить від рівня економічного розвитку.

У кваліфікаційній роботі магістра:

- досліджено поняття «екологічна безпека», визначено її основні складові;
- проаналізовано математичні моделі та методи оцінювання екологічної безпеки;
- розроблено когнітивну модель оцінювання впливу факторів на стан екологічної безпеки території;
- розраховано інтегральний показник рівня екологічної безпеки території;
- побудовано модель оцінювання рівня екологічної безпеки Запорізької області.

У кваліфікаційній роботі магістра запропоновано визначати впливи на стан екологічної безпеки Україні через призму соціально-економічного розвитку за допомогою методу когнітивного моделювання. Так, на основі значень консонансів когнітивної моделі доведено, що негативний вплив на стан екологічної безпеки здійснюють такі чинники: захворюваність населення, викиди забруднюючих речовин, обсяг утворення відходів; найменший вплив здійснює показник енергоємності виробництва.

Запропоновані в роботі методичні підходи до оцінки рівня екологічної безпеки регіону засновані на загально доступній статистичній інформації, є простими в практичному застосуванні і дозволяють порівнювати різні території за рівнем екологічної безпеки.

Результати по оцінці екологічної безпеки - це основа для прийняття рішень в сфері управління екологічною безпекою і розробки програмно-

цільових заходів по нейтралізації, пом'якшення та ліквідації загроз екологічної безпеки території.

Запропонований підхід для оцінювання впливу чинників на стан екологічної безпеки на основі когнітивного моделювання може бути застосований у процесі підтримки прийняття управлінських рішень щодо доцільності впровадження природоохоронних заходів на державному та регіональному рівнях, оскільки дозволяє оперативно визначати поточний стан безпеки, з врахуванням соціально-демографічних та виробничих факторів та антропогенних чинників навколишнього середовища. Перспективою подальших досліджень авторів є розробка методики кількісної оцінки стану екологічної безпеки території.

ПЕРЕЛІК ДЖЕРЕЛ ПОСИЛАНЬ

1. Про охорону навколишнього природного середовища : Закон України від 25.06.1991 р. № 1264-XII. Редакція від 12.10.2018. URL : https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/1264-12 (дата звернення: 20.04.2020).

2. Юридична енциклопедія : у 6 т. / ред. кол. : Ю. С. Шемшученко (відп. ред.) та ін. Київ : Вид. «Українська енциклопедія» ім. М. П. Бажана, 2004. Т. 2.

3. Гошовський С. В. Рудько Г. І., Преснер Б. М. Екологічна безпека техноприродних геосистем у зв'язку з катастрофічним розвитком геологічних процесів : монографія. Київ : ЗАТ «Нічлава», 2002. 624 с.

4. Данилишин Б. М., Ковтун В. В., Степаненко А. В. Наукові основи прогнозування природно-техногенної (екологічної) безпеки : монографія. Київ : Лекс Дім, 2004. 551 с.

5. Піскунова Л. Е., Прилипко В. А., Зубок Т. О. Безпека життєдіяльності : підруч. Київ : ВЦ «Академія», 2014. 224 с.

6. Екологічне право України : підруч. / Г. В. Анісімова та ін. ; ред. : А. П. Гетьман, М. В. Шульга. Харків : Право, 2009. 328 с. URL : http://www.ebk.net.ua/Book/law/getman_ekopu/zmist.htm.

7. Про національну безпеку України : Закон України від 21.06.2018р. № 2469-VIII (редакція станом на 24.10.2020). URL : https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/2469-19#Text (дата звернення 25.10.2020).

8. Качинський А. Б. Екологічна безпека України: системний аналіз перспектив покращення : монографія. 2001. 251 с. URL : https://www.twirpx.com/file/434108/.

9. Сталінська І. В. Конспект лекцій з дисципліни «Забезпечення екологічної безпеки» Харків : ХНУМГ ім. О. М. Бекетова, 2017. 88 с.

10. Хилько М. І. Екологічна безпека України : навч. посіб. Київ, 2017. 267 с.

11. Про державний екологічний контроль : проект Закону України від 19.02.2020 № 3091. URL : http://search.ligazakon.ua/l_doc2.nsf/link1/JI01459A.html.

12. Кривогуз Г. І. Соціальна та екологічна безпека діяльності : навч. посіб. Одеса : ОРІДУ НАДУ, 2014. 556 с.

13. Козаченко Т. П. Загрози екологічної безпеки в системі національної безпеки України. *Наукові праці. Державне управління.* Вип. 269. Т. 281. С. 92–98. URL : http://official.chdu.edu.ua/article/viewFile/107754/102707 (дата звернення 30.04.2020).

14. Про відходи : Закон України від 05.03.1998 № 187/98-ВР із змінами. URL : https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/187/98-вр#Text (дата звернення 06.03.2020).

15. Утворення відходів за видами економічної діяльності та в домогосподарствах за 1995-2018 рр. URL : http://www.ukrstat.gov.ua/ (дата звернення 15.10.2020).

16. Яценко Л. Д., Іванюта С. П., Мартюшева О. О. Індикатори стану екологічної безпеки держави : аналітична записка. URL : https://niss.gov.ua/doslidzhennya/nacionalna-bezpeka/indikatori-stanu-ekologichnoi-bezpeki-derzhavi-analitichna-zapiska (дата звернення: 21.03.2020).

17. Про затвердження Методологічних положень з організації державного статистичного спостереження щодо витрат на охорону навколишнього природного середовища : Наказ Держкомстату від 23.12.2011 № 392. URL : http://www.ukrstat.gov.ua/metod_polog/metod_doc/2011/392/392.htm (дата звернення: 23.10.2020).

18. Герасимчук З. В., Олексюк А. О. Екологічна безпека регіону: діагностика та механізм забезпечення : монографія. Луцьк : Надстир'я, 2007. 280 с.

19. Екологічна безпека та економіка : монографія / М. І. Сокур та ін. Кременчук : ПП Щербатих О. В., 2020. 240 с.

20. Прокопенко О. В. Екологічний маркетинг : навч. посіб. Київ : Знання, 2012. 319 с.

21. Качинський А. Б. Безпека, загрози і ризик: наукові концепції та математичні методи : монографія. Київ : ІПНБ, НАСБУ, 2004. 472 с.

22. Мурашко І. С. Складові та принципи стійкого розвитку підприємства. *Кримський економічний вісник*. 2013. Ч. 2. № 03. С. 52–55.

23. Мельник П. П., Терещенко В. Ф. Еколого-економічні показники оцінки об'єкта екологічного аудиту. *Збалансоване природокористування*. Київ, 2014. № 3. С. 51–55.

24. Матвійчук О. В. Екологічні показники еколого-економічного оцінювання в контексті покращення регіональної екологічної політики. *Фінансовий простір*. 2015. № 3(19). С. 284–290.

25. Тарасенко Д. Л. Моделювання еколого-економічних процесів для забезпечення ефективної соціальної політики у сталому регіональному зростанні. *Вчені записки ТНУ імені В. І. Вернадського. Серія : Економіка і управління*. 2018. Т. 29(68), № 5. С. 129–133.

26. Ковальов Б. Л. Методичні підходи до формування інформаційного наповнення векторної моделі оцінки сталого способу життєдіяльності. *Механізм регулювання економіки*. Суми, 2012. № 4. С. 44–52.

27. Про затвердження Положення про Міністерство екології та природних ресурсів України : Постанова Кабінету Міністрів України від 21 січня 2015 р. № 32. URL : https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/32-2015-n#Text (дата звернення: 25.09.2020).

28. Математичні моделі та інформаційні технології оцінки і прогнозування стану природного середовища випробувальних полігонів : монографія / І. С. Романченко та ін. ; заг. ред. І. С. Романченко та ін. Київ : МО України. ЦНДІ ЗС України, 2009. 168 с.

29. Волошин В. С., Данилова Т. Г., Елистратова Н. Ю. Методика оценки и моделирование экологической безопасности экосистем промышленно развитого города. *Вісник Приазовського державного технічного університету. Серія : Технічні науки.* 2010. Вип. 20. С. 279–282.

30. Шкарупа О. В. Еколого-економічна оцінка стану регіону в контексті екологічно сталого розвитку : автореф. дис. … канд. екон. наук : 08.00.06. Суми, 2008. 21 с.

31. Волошин В. С., Елистратова Н. Ю. экологические аспекты в перспективе развития специальной экономической деятельности в Северном Приазовье.

Вісник Приазовського державного технічного університету. Серія : Технічні науки. 2015. Вип. 31. С. 242–249. URL : http://journals.uran.ua/ vestnikpgtu_tech/article/view/73103/68425 (дата звернення 02.05.2020).

32. Шкарупа О. В. Підходи до розробки індикаторів сталого розвитку. *Проблеми природокористування, сталого розвитку та техногенної безпеки регіонів* : матеріали Третьої Міжнар. наук.-практ. конф. (Дніпропетровськ, 3-8 жовт. 2005 р.). Дніпропетровськ : Ін-т проблем природокор. та екології НАН України, 2005. С. 75–76.

33. Снігова О. Ю. Регіональні особливості соціальної безпеки. *Экономика промышленности.* Донецк : ИЭП НАН Украины, 2000. С. 344–348.

34. Чорний В. С. Рейтингове оцінювання соціально-економічних і демографічних умов функціонування ринку праці Тернопільської області. *Інноваційна економіка*. 2010. № 19. С. 123–125.

35. Григорук П., Ткаченко І. Методи побудови інтегрального показника. *Бізнес Інформ*. 2012. № 4. С. 34–38.

36. Кузнецов О. П. Когнитивное моделирование слабо структурированных ситуаций. URL : http://posp.raai.org/data/posp2005/Kuznetsov/kuznetsov.html (дата звернення 23.05.2020).

37. Конституція України : прийнята на п’ятій сесії Верховної Ради України 28 черв. 1996 р. Київ : Просвіта, 1996. 80 с.

38. Валовий регіональний продукт. Регіональна статистика. URL: http://www.ukrstat.gov.ua/ (дата звернення: 25.10.2020).

39. Середньомісячна заробітна плата за видами економічної діяльності. URL: http://zp.ukrstat.gov.ua/index.php/statystychna-informatsiia (дата звернення: 25.10.2020).

40. Захворюваність населення. URL: http://zp.ukrstat.gov.ua/index.php/statystychna-informatsiia (дата звернення: 05.11.2020).

41. Населення. URL: http://zp.ukrstat.gov.ua/index.php/statystychna-informatsiia (дата звернення: 05.11.2020).

42. Регіональна статистика. URL: http://www.ukrstat.gov.ua/ (дата звернення: 05.11.2020).

43. Навколишнє середовище. URL: http://zp.ukrstat.gov.ua/index.php/statystychna-informatsiia (дата звернення: 05.11.2020).

44. Постанова КМУ «Про проведення еколого-економічного експерименту в містах Кривий Ріг, Дніпродзержинськ, Маріуполь і Запоріжжя» від 28 квітня 1999 р. № 715 URL: https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/715-99-%D0%BF (дата звернення: 07.11.2020).

45. Макаренко О. І., Татосян Т. Аналіз динаміки обсягів утворення відходів в Україні. *Управління соціально-економічним розвитком регіонів та держави :* зб. матеріалів XIV Міжнар. наук.-практ. конф. / за ред. А. В. Череп, м. Запоріжжя, 17 квіт. 2020 р. Запоріжжя : ЗНУ, 2020. С. 229–231.

ДОДАТОК А

Основні принципи охорони навколишнього природного середовища в Україні

Рисунок А 1 Принципи охорони навколишнього природного середовища в Україні

ДОДАТОК Б

Результати оцінювання параметрів моделі (3.5)

ВЫВОД ИТОГОВ

Регрессионная статистика	
Множественный R	0,997779377
R-квадрат	0,995563686
Нормированный R-квадрат	0,909642503
Стандартная ошибка	0,042315117
Наблюдения	20

Дисперсионный анализ

	df	*SS*	*MS*	*F*	*Значимость F*
Регрессия	8	4,821909994	0,602738749	336,6185367	4,85757E-12
Остаток	12	0,021486829	0,001790569		
Итого	20	4,843396823			

	Коэф фициенты	*Стандартная ошибка*	*t-стати стика*	*P-Значение*	*Нижние 95%*	*Верхние 95%*
Y-пересечение	0	#Н/Д	#Н/Д	#Н/Д	#Н/Д	#Н/Д
ВРП на одну особу, грн	-2,92946E-06	4,13655E-06	-0,708187731	0,492356147	-1,19422E-05	6,08332E-06
Доходи населення (Середньомісячна заробітна плата штатних працівників), грн.	2,97012E-05	3,11772E-05	0,952657763	0,359559231	-3,82281E-05	9,76305E-05
Захворюванність, тис.осіб	-0,000447572	0,000193813	-2,309300139	0,039526279	-0,000869854	-2,52901E-05
Ступінь зносу ОФ, %	0,012009452	0,003454587	3,476378729	0,004576817	0,004482554	0,01953635
Енергоємність, т н.е./ тис. міжнародних доларів	0,475773295	0,482734031	0,985580597	0,343794623	-0,576013806	1,527560395
Витрати на охорону навколишнього природного середовища, тис. грн.	-1,80553E-08	5,68568E-08	-0,317557651	0,756278106	-1,41936E-07	1,05825E-07
Викиди шкідливих речовин в атмосферне повітря стаціонарними джерелами забруднення, тис.т	0,000743405	0,000678225	1,096104306	0,29454359	-0,00073432	0,002221131
Утворення відходів, тис. т	-2,61376E-05	8,6086E-06	-3,036218017	0,010346338	-4,48941E-05	-7,38106E-06

ДОДАТОК В

Результати оцінювання параметрів моделі (3.6)

ВЫВОД ИТОГОВ

Регрессионная статистика	
Множественный R	0,979848511
R-квадрат	0,960103104
Нормированный R-квадрат	0,928185587
Стандартная ошибка	0,01878422
Наблюдения	20

Дисперсионный анализ

	df	*SS*	*MS*	*F*	*Значимость F*
Регрессия	4	0,042456	0,010614	30,08075794	0,001081084
Остаток	15	0,001764	0,000353		
Итого	19	0,04422			

	Коэффициенты	*Стандартная ошибка*	*t-статистика*	*P-Значение*	*Нижние 95%*	*Верхние 95%*
Y-пересечение	0,127275271	0,46718	0,272433	0,796181703	-1,073649214	1,328199756
Переменная X 1	-0,001372077	0,000248	-5,52272	0,00266637	-0,002010718	-0,000733436
Переменная X 2	0,014110695	0,002037	6,926919	0,000962072	0,008874211	0,019347179
Переменная X 3	0,001645074	0,00056	2,935187	0,032437045	0,000204349	0,003085799
Переменная X 4	6,98978E-05	1,75E-05	3,989008	0,010436768	2,48545E-05	0,000114941

ДОДАТОК Г

Результати оцінювання параметрів моделі (3.7)

Регрессионная статистика	
Множественный R	0,940180382
R-квадрат	0,883939152
Нормированный R-квадрат	0,862177743
Стандартная ошибка	0,034377308
Наблюдения	20

Дисперсионный анализ

	df	*SS*	*MS*	*F*	*Значимость F*
Регрессия	3	0,144012548	0,048004	40,61957	1,04083E-07
Остаток	16	0,018908789	0,001182		
Итого	19	0,162921337			

	Коэффициенты	*Стандартная ошибка*	*t-статистика*	*P-Значение*	*Нижние 95%*	*Верхние 95%*
Y-пересечение	1,067134059	0,242718456	4,396592	0,00045	0,552593917	1,5816742
Переменная X 1	-0,000805121	0,000183519	-4,38714	0,000459	-0,001194163	-0,000416079
Переменная X 2	0,004934245	0,001205225	4,094044	0,000847	0,002379282	0,007489208
Переменная X 3	-1,55987E-05	6,22448E-06	-2,50602	0,023389	-2,8794E-05	-2,40336E-06

Декларація академічної доброчесності
здобувача вищої освіти ЗНУ

Я_____, студент(ка)_____курсу,
форми навчання _____, факультету_____,
спеціальності_____, адреса електронної пошти_____,
- підтверджую, що написана мною кваліфікаційна робота на тему «_____»
відповідає вимогам академічної доброчесності та не містить порушень, що визначені у ст. 42 Закону України «Про освіту», зі змістом яких ознайомлений/ознайомлена;
- заявляю, що надана мною для перевірки електронна версія роботи є ідентичною її друкованій версії;
- згоден/згодна на перевірку моєї роботи на відповідність критеріям *академічної доброчесності у будь-який спосіб, у тому числі за допомогою* Інтернет-системи, а також на архівування роботи в базі даних цієї системи.

Дата_____ Підпис_____ ПІБ (студент) _____
Дата_____ Підпис_____ ПІБ (науковий керівник) _____