

Державна служба України з надзвичайних ситуацій
Львівський державний університет безпеки життєдіяльності
Навчально-науковий інститут цивільного захисту
Кафедра екологічної безпеки

«Допущено до захисту»
Завідувач кафедри екологічної безпеки,
д. с.-г. н., професор
_____ Андрій КУЗИК
«__» _____ 2024 року

КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА БАКАЛАВРА

на тему: Аналіз впливу діяльності теплоенергетичних об'єктів на довкілля
м. Львова

Виконала:
здобувачка 4 курсу групи ЕК41з
спеціальності 101 Екологія Мельничук Е.Р.
Керівник:
доцент кафедри екологічної безпеки,
к.т.н., доцент Босак П.В.
Рецензент: к.с.-г.н. Ошуркевич-Панківська О.Є.

Державна служба України з надзвичайних ситуацій
Львівський державний університет безпеки життєдіяльності
Навчально-науковий інститут цивільного захисту
Кафедра екологічної безпеки

Освітній ступінь бакалавр

Спеціальність 101 Екологія

Освітня програма «Екологія та охорона навколишнього природного середовища»

ЗАТВЕРДЖУЮ
Завідувач кафедри
екологічної безпеки
д.с-г.н., професор

_____ Андрій КУЗИК
«__» _____ 2024 р.

ЗАВДАННЯ
на кваліфікаційну роботу

Здобувачці Мельничук Евеліні Романівні

1. Тема: Аналіз впливу діяльності теплоенергетичних об'єктів на довкілля м. Львова

керівник роботи: Босак Павло Володимирович, к.т.н., доцент
затверджені наказом ЛДУ БЖД від «13» лютого 2024 року № НС-21/90

2. Термін подання здобувачем роботи: «03» червня 2024 року

3. Початкові дані до роботи:

3.1 Маляренко В. А. Енергетика і навколишнє середовище. Х.: Видавництво САГА, 2008. 364 с

3.2 Северин Л.І., Петрук В.Г., Безвозюк І.І., Васильківський І.В. Природоохоронні технології. Навчальний посібник. Ч.1: Захист атмосфери. Вінниця: ВНТУ, 2010. 363 с.

3.3 Про Основні засади (стратегію) державної екологічної політики України на період до 2030 року : Закон України від 28.02.2019 р. № 2697-VIII. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/2697-19#Text>.

3.4 Про охорону атмосферного повітря : Закон України від 16.10.1992 р. № 2707-XII : станом на 1 жовт. 2023 р. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/2707-12#Text>

3.5 Про охорону навколишнього природного середовища : Закон України від 25.06.1991 р. № 1264-XII: URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/1264-12#Text>.

3.6 Хилько М. І. Екологічна безпека України : навчальний посібник. Київ, 2017. 266 с.

4. Зміст дипломної роботи (перелік питань, які потрібно розробити):

4.1 Розділ 1. Теоретичні основи аналізу впливу діяльності теплоенергетичних об'єктів на стан довкілля.

4.2 Розділ 2. Об'єкт, методика та програма досліджень.

4.3 Розділ 3. Аналіз впливу діяльності теплоенергетичних об'єктів на стан довкілля м. Львів.

4.4 Розділ 4. Шляхи мінімізації впливу діяльності теплоенергетичних об'єктів на стан довкілля.

5. Перелік графічного матеріалу: мультимедійна презентація, схеми.

6. Консультанти розділів роботи:

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

7. Дата видачі завдання: «14» лютого 2024 року

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

№	Назва етапів дипломної роботи	Термін виконання етапів роботи	Примітка
1.	Вступ.	15.02.2024 - 27.02.2024	
2.	Розділ 1. Теоретичні основи аналізу впливу діяльності теплоенергетичних об'єктів на стан довкілля	28.02.2024 - 18.03.2024	
3.	Розділ 2. Об'єкт, методика та програма досліджень	19.03.2024 - 08.04.2024	
4.	Розділ 3. Аналіз впливу діяльності теплоенергетичних об'єктів на стан довкілля м. Львів	09.04.2024 - 01.05.2024	
5.	Розділ 4. Шляхи мінімізації впливу діяльності теплоенергетичних об'єктів на стан довкілля	02.05.2024 - 31.05.2024	
6.	Підготовка презентації	01.06.2024 - 09.06.2024	

Здобувач

Евеліна МЕЛЬНИЧУК

Керівник роботи

Павло БОСАК

АНОТАЦІЯ

Мельничук Е.Р. «Аналіз впливу діяльності теплоенергетичних об'єктів на довкілля м. Львова». Кваліфікаційна робота бакалавра за спеціальністю 101 «Екологія» складається з текстової частини, що містить 4 розділи, 62 с., 7 рис., 4 табл., 31 використані літературні джерела.

Об'єкт дослідження – теплоенергетичні об'єкти м. Львова.

Мета роботи – аналіз впливу та шляхи мінімізації впливу діяльності теплоенергетичних об'єктів на стан довкілля.

Методи дослідження – теоретичний, спостереження, порівняння, синтез статистична обробка результатів.

У світлі стрімкого розвитку та модернізації енергетичного комплексу зростає акцент на оптимізацію використання вугілля та зменшення викидів парникових газів. Ця тенденція передбачає активне використання екологічно безпечних альтернативних технологій для виробництва електроенергії, таких як сонячна та вітрова енергія, а також залучення безпечного водню в енергетику. Відповідно до завдань у кваліфікаційній роботі: визначено характеристику теплоенергетичних об'єктів та їх вплив на довкілля; проаналізовано забруднення атмосферного повітря викидами теплоенергетичних об'єктів, водних ресурсів скидами теплоенергетичних об'єктів, вплив теплоенергетичних об'єктів на ґрунти та ландшафти, оцінка екологічного ризику діяльності теплоенергетичних об'єктів та шляхи мінімізації впливу діяльності теплоенергетичних об'єктів. Також, проаналізовано вплив ракетних обстрілів окупантами теплоенергетичних об'єктів України.

ДОВКІЛЛЯ, ТЕПЛОЕНЕРГЕТИЧНІ ОБ'ЄКТИ, ЗАБРУДНЕННЯ, ЕКОЛОГІЯ, ВІЙСЬКОВІ ДІЇ.

ЗМІСТ

ВСТУП	6
РОЗДІЛ 1. ТЕОРЕТИЧНІ ОСНОВИ АНАЛІЗУ ВПЛИВУ ДІЯЛЬНОСТІ ТЕПЛОЕНЕРГЕТИЧНИХ ОБ'ЄКТІВ НА СТАН ДОВКІЛЛЯ	8
1.1. Характеристика теплоенергетичних об'єктів та їх вплив на довкілля	8
1.2. Забруднення атмосферного повітря викидами теплоенергетичних об'єктів	12
1.3. Забруднення водних ресурсів скидами теплоенергетичних об'єктів	17
1.4. Вплив теплоенергетичних об'єктів на ґрунти та ландшафти	18
РОЗДІЛ 2. ОБ'ЄКТ МЕТОДИКА ТА ПРОГРАМА ДОСЛІДЖЕНЬ	20
2.1. Об'єкт досліджень	20
2.2. Методика досліджень	22
2.3. Програма дослідження	22
РОЗДІЛ 3. АНАЛІЗ ВПЛИВУ ДІЯЛЬНОСТІ ТЕПЛОЕНЕРГЕТИЧНИХ ОБ'ЄКТІВ НА СТАН ДОВКІЛЛЯ М. ЛЬВІВ	24
3.1. Характеристика теплоенергетичних об'єктів м. Львова	24
3.2. Викиди забруднюючих речовин в атмосферне повітря м. Львова	25
3.3. Аналіз скидів забруднюючих речовин у водні ресурси м. Львова	27
3.4. Вплив на ґрунти та ландшафти м. Львова	28
3.5. Оцінка екологічного ризику діяльності теплоенергетичних об'єктів м. Львова	30
3.6. Енергетична політика України та м. Львова	34
РОЗДІЛ 4. ШЛЯХИ МІНІМІЗАЦІЇ ВПЛИВУ ДІЯЛЬНОСТІ ТЕПЛОЕНЕРГЕТИЧНИХ ОБ'ЄКТІВ НА СТАН ДОВКІЛЛЯ	38
4.1. Впровадження сучасних технологій очищення викидів та скидів	38
4.2. Використання альтернативних джерел енергії	40
4.3. Підвищення екологічної свідомості населення	44
4.4. Розробка та впровадження екологічних програм	46
4.5. Вплив військових дій на теплоенергетичні об'єкти України	48
ВИСНОВКИ	53
СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ	55
ДОДАТКИ	59

ВСТУП

Незважаючи на збільшення обсягів виробництва чистої електроенергії в Україні, використання кам'яного вугілля на теплових електростанціях лише зростає. Спалювання вугілля призводить до викидів вуглекислого газу, чаду, сірководню та інших токсичних речовин, що мають негативний вплив на довкілля та здоров'я людей.

Розвиток цивілізації супроводжується серйозними змінами природного середовища, особливо стану екосистем населення. Як правило, великих виробничих потужностей зосереджено в них або поблизу них – заводи, фабрики, підприємства, електростанції тощо. Тому вплив промислових підприємств на навколишнє середовище та здоров'я людини дає важливе місце в сучасній екологічній політиці всіх рівнів, а вивчення їх впливу є необхідним умовою забезпечення безпеки населення та навколишнього середовища.

Різні дослідження носять як науковий так і просвітницький характер. Відповідні структури у сфері державного управління постійно публікують плани та звіти щодо реалізації екологічної політики в країні. У наукових колах проблема екологічної свідомості знайшла відображення у працях багатьох вчених та науковців.

Промислові підприємства змінюють майже кожен компонент природи, а саме повітря, воду, ґрунт, флору та фауну тощо. У навколишнє середовище викидається тверді промислові відходи, відпрацьовані води, гази, аерозолі різного розміру та хімічним складом. При згорянні палива на теплоенергетичних об'єктах утворюються продукти згоряння, які утворюють золу, незгорілі частки палива, сірку та діоксид сірки, оксиди азоту, газоподібні продукти неповного згоряння вугілля, солі натрію, сажу, тощо. Зола деяких палив містить миш'як, оксид кальцію та ін. Перехід від твердого палива до природного газу призвів до значного зростання ціни на вироблену енергію. З іншого боку, це вирішить багато проблем із забрудненням повітря.

На Конференції ООН зі зміною клімату у Глазго восени 2021 року світові лідери та учасники планують відійти від вугільної енергетики та збільшити

скасування субсидій на викопне паливо. У рамках цього заходу більше 40 країн погодилися відмовитися від вугілля. Україна зобов'язується закрити державні вугільні електростанції до 2035 року, скоротити викиди метану на 30% до 2030 року та зупинити вирубку лісів.

Все це завдано до виконання мети роботи:

- визначити характеристику теплоенергетичних об'єктів та їх вплив на довкілля.
- проаналізувати забруднення атмосферного повітря викидами теплоенергетичних об'єктів.
- визначити забруднення водних ресурсів скидами теплоенергетичних об'єктів.
- дослідити вплив теплоенергетичних об'єктів на ґрунти та ландшафти.
- оцінка екологічного ризику діяльності теплоенергетичних об'єктів.
- аналіз впливу діяльності теплоенергетичних об'єктів на стан довкілля м. Львів.
- шляхи мінімізації впливу діяльності теплоенергетичних об'єктів на стан довкілля.

РОЗДІЛ 1.

ТЕОРЕТИЧНІ ОСНОВИ АНАЛІЗУ ВПЛИВУ ДІЯЛЬНОСТІ ТЕПЛОЕНЕРГЕТИЧНИХ ОБ'ЄКТІВ НА СТАН ДОВКІЛЛЯ

1.1. Характеристика теплоенергетичних об'єктів та їх вплив на довкілля

У більшості розвинених країн світу питання забруднення довкілля, зокрема вплив виробництва енергії, стоїть на передньому краї. Це викликає серйозне занепокоєння як серед громадськості, так і серед державних органів. Велика увага зосереджується на переході до енергетичних рішень, які б менше негативно впливали на довкілля. Деякі країни навіть надають дотації для підтримки громадян у переході на електромобілі, встановленні сонячних батарей та інших відновлюваних джерел енергії, а також відмовляються від нових будівництв теплових електростанцій [1, 15].

В Україні ситуація відрізняється. Незважаючи на глобальні тенденції, Україна продовжує активно використовувати вугілля для виробництва електроенергії. Це пов'язано з великими запасами вугілля в країні та тимчасовими економічними обставинами. Спалювання вугілля призводить до значного викиду забруднюючих речовин, таких як сірчисті гази, вуглекислий газ, оксиди азоту, пил та інші. Крім того, відкрите видобування вугілля призводить до порушення природних ландшафтів і викликає зміни в екосистемах [3-5, 10].

Розливи нафти і нафтопродуктів також є серйозною проблемою, особливо при їх транспортуванні і видобутку, і можуть призвести до серйозного забруднення акваторій та знищення місцевої екосистеми.

Шкідливі викиди теплових електростанцій великою мірою залежать від кількісних і якісних характеристик відходів, що утворюються під час роботи станцій. Основні причини екологічних проблем, пов'язаних з виробництвом електроенергії, включають:

- використання низькосортного палива, що призводить до великого виділення забруднюючих речовин під час згорання.
- використання застарілої технології та обладнання, яке не відповідає сучасним екологічним стандартам.
- висока енергомісткість і матеріаломісткість процесів виробництва енергії, що сприяє великим витратам ресурсів та забрудненню довкілля.
- велика концентрація промислових об'єктів, що сприяє накопиченню забруднюючих речовин у конкретних районах.
- несприятлива структура промислового виробництва з високою концентрацією технологій, які шкодять навколишньому середовищу.
- відсутність належних систем природоохорони, таких як очисні споруди та системи водозабезпечення, а також низький рівень їх експлуатації.
- відсутність ефективних правових і економічних механізмів, які б стимулювали розвиток екологічно безпечних технологій та природоохоронних систем.
- недостатній контроль за охороною довкілля та відсутність ефективного моніторингу екологічних показників.

Атомні електростанції також стикаються з рядом екологічних проблем, пов'язаних з утилізацією радіоактивних відходів, ризиком аварій та забрудненням навколишнього середовища радіацією.

Атомна енергетика потенційно небезпечна через кілька чинників [2]:

- можливість аварій на ядерних електростанціях, які можуть призвести до викиду радіоактивних матеріалів у довкілля.
- викиди радіоактивних ізотопів під час роботи ядерних реакторів, які можуть потрапити в організми людей і тварин через воду, їжу та повітря, спричиняючи ракові захворювання та інші проблеми здоров'я.
- викид криптону-85, який змінює електропровідність атмосфери і може внести внесок у зміну клімату землі.

- забруднення біосфери плутонієм, яке може бути смертельно небезпечним для всіх живих організмів на планеті.
- накопичення радіоактивних відходів, яке є серйозною екологічною проблемою і ще не має ефективного рішення.

Водосховища і гідроелектростанції також мають вплив на природне середовище:

- затоплення великих територій для будівництва водосховищ може спричинити втрату природних екосистем і знищення різноманіття біологічного життя.
- зміна режиму річок і стоку може вплинути на місцеву флору та фауну, зокрема на міграцію риб та інших водних організмів.
- робота гідроелектростанцій може призводити до змін у температурному режимі води, що впливає на екосистеми річок і озер.
- виробництво гідроелектроенергії може мати негативний вплив на місцеві громади та їх соціоекономічний розвиток через затоплення сільських територій і втрату земель для сільськогосподарського використання.

Будівництво та експлуатація великих гідроелектростанцій можуть мати наступні негативні наслідки для довкілля:

- відселення людей: зона затоплення водосховищ може призвести до відселення людей з їхніх населених пунктів та втрати їхніх традиційних місць проживання.
- знищення рибних маршрутів: будівництво гребель може перешкоджати міграції риб, що може призвести до знищення цінних видів риб, які мають значення для місцевих екосистем.
- втрата лісів та заплавних земель: при затопленні великих територій для будівництва водосховищ можуть втрачатися цінні лісові ресурси та заплавні землі.
- зміни ландшафтів і руйнування: будівництво гребель може призвести до змін у ландшафтах та руйнуванню природних екосистем.

- підвищення ризику повеней: створення водосховищ може змінити гідрологічний режим річок та сприяти підвищенню ризику виникнення повеней у нижній частині водозбірної території.

- втрата джерел доходу для місцевого населення: будівництво гідроелектростанцій може призвести до втрати джерел доходу для частини місцевого населення, особливо тих, чийі заняття пов'язані з річками та водними ресурсами.

Незважаючи на це, варто зазначити, що гідроелектростанції мають життєзберігаючу функцію, оскільки зменшують смертність населення через уникнення викидів вуглекислого газу та інших забруднюючих речовин, які характерні для теплових електростанцій.

Відновлювані джерела енергії також можуть мати певний негативний вплив на довкілля через [8]:

- зміни ландшафту: будівництво енергетичних споруд, таких як вітроелектростанції та сонячні батареї, може змінити ландшафт і природні екосистеми.

- шумове забруднення: робота вітряних електростанцій може супроводжуватися високим рівнем шуму, що може вплинути на місцевих мешканців та дику природу.

- вилучення земельних ділянок: для виробництва енергії з відновлюваних джерел можуть вилучатися значні земельні ділянки, що може вплинути на розміщення та використання земель для сільськогосподарських та інших цілей.

- потенційні негативні впливи на біорізноманіття та інші природні ресурси: експлуатація відновлюваних джерел енергії може мати певний вплив на місцеве біорізноманіття та інші природні ресурси, зокрема за рахунок відводу земель для енергетичних споруд та інфраструктури.

Отже, важливо розглядати як позитивні, так і негативні аспекти будівництва та експлуатації відновлюваних джерел енергії з точки зору їхнього впливу на довкілля.

ВИСНОВКИ

У кваліфікаційній роботі наведено результати впливу та шляхи мінімізації впливу діяльності теплоенергетичних об'єктів на стан довкілля. Визначено характеристику теплоенергетичних об'єктів та їх вплив на довкілля; проаналізовано забруднення атмосферного повітря викидами теплоенергетичних об'єктів, водних ресурсів скидами теплоенергетичних об'єктів, вплив теплоенергетичних об'єктів на ґрунти та ландшафти, оцінка екологічного ризику діяльності теплоенергетичних об'єктів та шляхи мінімізації впливу діяльності теплоенергетичних об'єктів, а також вплив ракетних ударів на теплоенергетичні об'єкти.

Внаслідок негативного впливу теплоенергетики у багатьох регіонах сьогодні виникає небезпечна екологічна ситуація, яку характеризують наступні основні ознаки:

1. Забруднення повітря газовими та аерозольними викидами, такими як CO_2 , поліциклічні ароматичні вуглеводні, CO , NO_x , SO_x , зола та сажа. Це може спричинити руйнування озонового шару, парниковий ефект та накопичення твердих частинок у стратосфері, які впливають на температурний режим планети.

2. Викиди теплової енергії в навколишнє середовище призводять до теплового забруднення і можуть змінювати клімат у локальних районах та містах.

3. Забруднення ландшафту, що призводить до знищення лісів, рослинності та диких тварин, що загрожує безпеці життя людей у цих районах.

4. Оптичне забруднення атмосфери у великих містах через складну систему поглинання, відбивання та розсіювання сонячних променів через наявність відповідних газових забруднень.

5. Забруднення ґрунтових вод стоками з теплових електростанцій та інших промислових об'єктів.

6. Ракетні обстріли. Пошкодження екосистем, забруднення, зменшення біорізноманіття та збільшення популяції лісових шкідників. Крім того, для

відновлення країни знадобляться значні обсяги природних ресурсів. Існує також ризик того, що Україна не досягне кліматичних цілей, які вона поставила, після війни є причиною зміни клімату, а відновлення країни неминуче супроводжуватиметься масовими віками парникових газів. Якщо передбачалося серйозне хімічне забруднення обґрунтування та води, важливо було створити ефективну систему моніторингу довкілля після війни. Це допоможе задокументувати справжні масштаби шкоди довкіллю та застосувати найефективніші заходи, щоб уникнути подальшого погіршення стану та відновити екосистеми до стану, безпечного для людини та природи.

Оскільки теплоенергетика має значний негативний вплив на довкілля, варто збільшити використання альтернативних джерел енергії, які не тільки екологічно безпечні, але й використовують невичерпні природні ресурси. Проблеми, пов'язані з формуванням екологічної свідомості в Україні, стосуються всіх сфер суспільства, включаючи бізнес, урядові структури та всіх громадян. Хоча спостерігається певний прогрес у цьому напрямі, відображений у діяльності громадських організацій та урядових структур, що реалізується через співпрацю між Україною та Європейським Союзом, все ще існує недостатнє усвідомлення проблем екології більшістю населення.

Нинішня ситуація свідчить про неефективність взаємодії між наукою, бізнесом, громадськістю та державними органами у формуванні екологічної свідомості, яка є ключовою умовою сталого розвитку. Цей стан суперечить практиці країн Європейського Союзу, де екологічна свідомість вже давно стала нормою.

Майбутні дослідження будуть спрямовані на розробку пропозицій, спрямованих на усунення цього негативного явища і покращення екологічної свідомості в усіх сферах українського суспільства.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Альтернативні джерела енергії – AgroBiogas. *AgroBiogas*. URL: <https://agrobiogas.com.ua/alternative-energy-sources/>
2. Бойко І. І. Концептуальні виміри екологічної свідомості. *Журнал Біоресурси і природокористування*. 2013. Т. 5. №1-2. С. 161–168
3. Екологічна свідомість в Україні – нездійсненна мрія чи недалеке майбутнє?. *Новини України - останні новини України сьогодні – УНІАН*. URL: <https://www.unian.ua/ecology/10313883-ekologichna-svidomist-v-ukrajini-nezdiysnenna-mriya-chi-nedaleke-maybutnye.html>.
4. Екологічна свідомість в Україні та в ЄС: ТОП-5 подібностей та відмінностей. *SEC ECOLOGY*. URL: <https://eco.kiev.ua/novyny/ekologichna-svidomist-v-ukraini-ta-v-es-top-5-podibnostej-ta-vidminnostej>
5. Екологічна ситуація. *Львівська міська рада*. URL: <https://city-adm.lviv.ua/lmr/ecology>
6. Екологічний паспорт за 2022 рік. *Департамент екології та природних ресурсів Львівської обласної військової адміністрації*. URL: <https://deplv.gov.ua/ekologichnyj-pasport/>.
7. Енергетична карта міста Львів. *ОПОРА – Громадянська мережа*. URL: <https://www.oporaua.org/zhitlo/7655-energetychna-karta-mista-lviv-7497>.
8. Кліматичні цілі Львова: гайд для обраних до міської ради / авт. кол.: М. Рябика, А. Зозуля, Т. Радь. Львів: ПЛАТО, 2020. 44 с. URL: <https://plato.lviv.ua/wp-content/uploads/2020/09/klimatychni-czili-lvova-plato-internet-1.pdf>
9. Кучерявий В. П. Екологія : підручник. 2-ге вид. Львів : Світ, 2001, 500 с.
10. Маляренко В. А. Енергетика і навколишнє середовище. Х.: Видавництво САГА, 2008. 364 с
11. Методики розрахунку розмірів шкоди, внаслідок надзвичайних ситуацій та/або під час дії воєнного стану. *Державна екологічна інспекція у*

Львівській області. URL: <https://lviv.dei.gov.ua/post/metodiki-rozrakhunku-rozmiriv-shkodi-vnaslidok-nadzvichaynikh-situatsiy-taa...>

12. Міністерство захисту довкілля та природних ресурсів України – офіційний сайт. *Міністерство захисту довкілля та природних ресурсів України – офіційний сайт*. URL: <https://mepr.gov.ua/>.

13. Оксиди азоту. *Загальна екологія (Online курс лекцій)*. URL: <https://ecologyknu.wixsite.com/ecologymanual/12-6>.

14. План дій сталого енергетичного розвитку та клімату Львівської міської територіальної громади 2030 року (Угода мерів щодо клімату та енергії в Україні). *Львівська міська рада*. URL: https://city-adm.lviv.ua/lmrdownloads/2022/07_План_дій_сталого_енергетичного_розвитку_02.pdf

15. Пляцук Л. Д., Батальцев Є. В. Підвищення екологічної безпеки теплових електростанцій за рахунок технології газифікації вугілля. *Журнал «Екологічна безпека»*. 2012. 2(14). С. 90–92

16. Природа та війна: як військове вторгнення росії впливає на довкілля України. *Екодія*. URL: https://ecoaction.org.ua/pryroda-ta-vijna.html?gad_source=1&gclid=Cj0KCQjw0_WyBhDMARIsAL1Vz8vHlHonbcVimBAhPyQyLV2UnUZIdlQqzSVGfNKf4oMfli7StKOENEaAkKgEALw_wcB.

17. Про затвердження Методики розрахунку неорганізованих викидів забруднюючих речовин або суміші таких речовин в атмосферне повітря внаслідок виникнення надзвичайних ситуацій та/або під час дії воєнного стану та визначення розмірів завданої шкоди : Наказ М-ва зах. довкілля та природ. ресурсів України від 13.04.2022 р. № 175. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/z0433-22#Text>.

18. Про Основні засади (стратегію) державної екологічної політики України на період до 2030 року : Закон України від 28.02.2019 р. № 2697-VIII. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/2697-19#Text>.

19. Про охорону атмосферного повітря : Закон України від 16.10.1992 р. № 2707-ХІІ : станом на 1 жовт. 2023 р.

URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/2707-12#Text>

20. Про охорону навколишнього природного середовища : Закон України від 25.06.1991 р. № 1264-ХІІ: URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/1264-12#Text>

21. Северин Л.І., Петрук В.Г., Безвозюк І.І., Васильківський І.В. Природоохоронні технології. Навчальний посібник. Ч.1: Захист атмосфери. Вінниця: ВНТУ, 2010. 363 с.

22. Статистичний збірник «Довкілля України 2020 року». *Державна служба статистики України*. URL: https://www.ukrstat.gov.ua/druk/publicat/kat_u/2021/zb/11/Dovk_20.pdf

23. Стойко С. М. Незворотні екологічні процеси в біосфері та її збереження : монографія. Львів : ЛДУБЖД, 2023. 293 с.

24. Хилько М. І. Екологічна безпека України : навчальний посібник. Київ, 2017. 266 с.

25. Чорній В. Вплив війни на енергетичну систему України. *Вісник Хмельницького національного університету. Економічні науки*. 2022. Т.2(2). С. 196–202. URL: [https://doi.org/10.31891/2307-5740-2022-304-2\(2\)-31](https://doi.org/10.31891/2307-5740-2022-304-2(2)-31)

26. Щорічна доповідь про стан навколишнього природного середовища у Львівській області в 2022 році. *Департамент екології та природних ресурсів Львівської обласної військової адміністрації*. URL: <https://deplv.gov.ua/regionalna-dopovid-pro-stan-nps/>

27. Integrated assessment of the environmental and economic effects of an ultra-clean flue gas treatment process in coal-fired power plant / L. Cui et al. *Journal of Cleaner Production*. 2018. Vol. 199. P. 359–368. URL: <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2018.07.174>

28. Omidvarborna H., Kumar A., Kim D.-S. NO_x emissions from low-temperature combustion of biodiesel made of various feedstocks and blends. *Fuel*

Processing Technology. 2015. Vol. 140. P. 113–118.

URL: <https://doi.org/10.1016/j.fuproc.2015.08.031>.

29. Partitioning behavior of natural radionuclides during combustion of coal in thermal power plants / S. K. Sahu et al. *Environmental Forensics*. 2017. Vol. 18(1).

P. 36–43. URL: <https://doi.org/10.1080/15275922.2016.1230910>

30. Production of lightning NO_x and its vertical distribution calculated from three-dimensional cloud-scale chemical transport model simulations / L. E. Ott et al. *Journal of Geophysical Research*. 2010. Vol. 115(4).

URL: <https://doi.org/10.1029/2009jd011880>.

31. Schumann U., Huntrieser H. The global lightning-induced nitrogen oxides source. *Atmospheric Chemistry and Physics*. 2007. Vol. 7(14). P. 3823–3907.

URL: <https://doi.org/10.5194/acp-7-3823-2007>.