

**ЗАПОРІЗЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
БІОЛОГІЧНИЙ ФАКУЛЬТЕТ**

Кафедра загальної та прикладної екології і зоології

**Кваліфікаційна робота
магістра**

на тему ЕНЕРГЕТИЧНИЙ АНАЛІЗ ФУНКЦІОНУВАННЯ ЕКОСИСТЕМ
м. ЗАПОРІЖЖЯ
ENERGY ANALYSIS OF THE FUNCTIONING OF ZAPOROZHIE'S
ECOSYSTEMS

Виконав: студент 2 курсу магістратури, групи 8.1012

спеціальності 101 Екологія

освітньо-професійної програми Екологія та охорона навколишнього
середовища

Свердленко Д. О.

Керівник

доцент, доцент, к.б.н. Горбань В.В.

Рецензент

д.ю.н., професор Чумаченко І.М.

Запоріжжя – 2023

ЗАПОРІЗЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ

Біологічний факультет

Кафедра загальної та прикладної екології і зоології

Рівень вищої освіти магістр

Спеціальність 101 Екологія

Освітньо-професійна програма Екологія та охорона навколишнього середовища

ЗАТВЕРДЖУЮ

Завідувач кафедри загальної та прикладної
екології і зоології, д.б.н., професор

О.Ф. Рильський

«31» січня 2023 року

ЗАВДАННЯ

НА КВАЛІФІКАЦІЙНУ РОБОТУ СТУДЕНТОВІ

Свердленко Дмитру Олексійовичу

1. Тема роботи Енергетичний аналіз функціонування екосистем м. Запоріжжя Energy analysis of the functioning of Zaporozhie's ecosystems
керівник роботи Горбань В.В., доцент, доцент, к.б.н.

затверджена наказом ЗНУ від « 01 » травня 2023 року № 674–с

2. Строк подання студентом роботи листопад 2023 року

3. Вихідні дані до роботи: польові дослідження, огляд наукової літератури.

4. Зміст розрахунково-пояснювальної записки (перелік питань, які потрібно розробити): 1. З'ясувати емергію функціонування природної складової міста;
2. Розрахувати емергію функціонування урбанізованої складової міста;
3. Провести порівняльну характеристику природної та урбанізованої складової міста Запоріжжя.

5. Перелік графічного матеріалу (з точним зазначенням обов'язкових креслень): таблиці 1.1, 3.1–3.2, рисунки.1.1–1.5.

6. Консультанти розділів роботи

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

7. Дата видачі завдання 31 січня 2023 року

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

№ з/п	Назва етапів кваліфікаційної роботи	Строк виконання етапів роботи	Примітки
1.	Огляд літературних джерел. Написання відповідного розділу роботи.	Травень 2023	Виконано
2.	Вивчення, засвоєння методик дослідження. Написання відповідного розділу роботи.	Червень 2023	Виконано
3.	Засвоєння правил техніки безпеки під час виконання експериментальної частини. Написання відповідного розділу роботи.	Липень 2023	Виконано
4.	Проведення експериментальних досліджень. Оформлення результатів експерименту.	Серпень-вересень 2023	Виконано
5.	Оформлення кваліфікаційної роботи. Передзахист роботи.	Жовтень-листопад 2023	Виконано
6.	Рецензування кваліфікаційної роботи.	Листопад-грудень 2023	Виконано
7.	Захист кваліфікаційної роботи.	Грудень 2023	Виконано

Студент _____ Д.О. Свєрдленко

Керівник роботи _____ В.В. Горбань

Нормоконтроль пройдено

Нормоконтролер _____ Н.М. Притула

РЕФЕРАТ

В роботі 76 сторінок, 3 таблиці, 5 рисунків, було використано 50 літературних джерел, із них 14 іноземною мовою.

Об'єктом дослідження є екосистеми міста Запоріжжя.

Предметом дослідження є енергетичний потенціал екосистем.

Методи досліджень: математичні та статистичні.

Метою кваліфікаційної роботи є визначення енергетичної динаміки екосистеми міста Запоріжжя та їх подальше значення для сталого розвитку

Теоретично та експериментально визначено, що результати несуть важливий внесок для наукових досліджень та практичної підготовки в управлінні міськими ресурсами і природоохоронною діяльністю в екології, що є, насамперед, важливим для розуміння та оптимізації взаємодії міського середовища і природи. А також полягають у тому, що енергетичний аналіз міста є потужним інструментом для вдосконалення функціонування міста, підвищення якості життя населення та створення стійких середовищ орієнтованих на природні компоненти. Таким чином, дозволяє визначити пріоритети та оптимальні стратегії щодо сталого розвитку м. Запоріжжя.

ЕКОСИСТЕМИ, ЕМЕРГІЯ, ЕМЕРДЖЕНТНИЙ АНАЛІЗ,
ЗАПОРІЖЖЯ, СТАЛИЙ РОЗВИТОК, ІНДЕКС ТРАНСФОРМАЦІЇ,
ЗБЕРЕЖЕННЯ ДОВКІЛЛЯ

ABSTRACT

In the work 76 pages, 3 tables, 5 pictures were used 50 literature sources, including 14 in a foreign language.

The object of the research is the ecosystems of the city of Zaporozhzhia.

The subject of the study is the energy potential of ecosystems.

Research methods mathematical and statistical.

The purpose of the qualification work is to determine the energy dynamics of the Zaporizhzhia city ecosystem and their further significance for sustainable development.

Theoretically and experimentally determined that the results make an important contribution to scientific research and practical training in the management of urban resources and environmental protection activities in ecology, which is, first of all, important for understanding and optimizing the interaction of the urban environment and nature. And they also consist in the fact that the energy analysis of the city is a powerful tool for improving the functioning of the city, improving the quality of life of the population and creating sustainable environments focused on natural components. Thus, it allows to determine priorities and optimal strategies for the sustainable development of the city of Zaporozhzhia.

ECOSYSTEMS, EMERGY, EMERGENCY ANALYSIS, ZAPORIZHYA,
SUSTAINABLE DEVELOPMENT, TRANSFORMATION INDEX,
ENVIRONMENTAL PROTECTION

ЗМІСТ

ВСТУП	7
1 ОГЛЯД НАУКОВОЇ ЛІТЕРАТУРИ.....	9
1.1. Загальна характеристика міста Запоріжжя та Запорізької області	9
1.2 Клімат	12
1.3 Природоохоронні території та об'єкти міста Запоріжжя	13
1.3.1 Природні ресурси	13
1.3.2 Природно-заповідний фонд	14
1.3.3 Регіональна екологічна мережа	18
1.3.4 Лісові екосистеми	20
1.4 Стан навколишнього природного середовища	21
1.4.1 Атмосферне повітря.....	22
1.4.2 Водні ресурси	24
1.5 Земельні ресурси та ґрунти	28
1.6 Відходи.....	29
1.7 Поняття про екосистеми.....	31
1.8 Економіка міста.....	34
1.9 Енергоспоживання та енергозбереження	35
1.10 Стратегій сталого розвитку.....	38
2 МАТЕРІАЛИ І МЕТОДИ ДОСЛІДЖЕННЯ	40
2.1 Об'єкт дослідження	40
2.2 Статистична обробка даних	41
3 ЕКСПЕРИМЕНТАЛЬНА ЧАСТИНА	48
4 ОХОРОНА ПРАЦІ ТА БЕЗПЕКА В НАДЗВИЧАЙНИХ СИТУАЦІЯХ	55
ВИСНОВКИ.....	70
ПРАКТИЧНІ РЕКОМЕНДАЦІЇ.....	71
ПЕРЕЛІК ПОСИЛАНЬ	72

ВСТУП

Актуальність дослідження кваліфікаційної роботи є вивчення різних екологічних систем у міському середовищі, оцінка їх взаємозалежності та аналіз впливу людської діяльності на ці екосистеми. Використовуючи різні наукові методології та методи збору даних, дослідження нададуть цінну інформацію про поточний стан екосистеми Запоріжжя, розкриваючи як сильні, так і вразливі сторони. Результати цього дослідження сприятимуть розумінню міської екології, сталого розвитку та розробці ефективних стратегій збереження та управління довкіллям.

Метою кваліфікаційної роботи є визначення енергетичної динаміки екосистеми міста Запоріжжя та їх подальше значення для сталого розвитку.

Для досягнення поставленої мети було сформовано та виконано такі завдання:

- 1.З'ясувати емергію функціонування природної складової міста;
- 2.Розрахувати емергію функціонування урбанізованої складової міста;
- 3.Провести порівняльну характеристику природної та урбанізованої складової міста Запоріжжя.

Об'єктом дослідження є екосистеми міста Запоріжжя.

Предметом дослідження є енергетичний потенціал екосистем.

Методи дослідження: математичні та статистичні методи в екології.

Наукова новизна є важливою та новаторською у розвитку як наукових досліджень, так і практичної підготовки, у сфері природоохоронних заходів та міського планування міста. Застосування методу енергетичного аналізу надає розуміння процесів у міському середовищі, роблячи акцент на взаємодії міських екосистем з довкіллям, що є актуальним на сьогоднішній день.

Значення результатів наукового дослідження полягає у рекомендації для збереження навколишнього природного середовища, розробка пріоритетів та оптимальних стратегій щодо сталого розвитку м. Запоріжжя.

Результати експериментальної частини кваліфікаційної роботи здобувача освіти можуть бути використані у змісті навчальних дисциплін: Системний аналіз навколишнього середовища, Стратегія сталого розвитку, Екологічне інспектування.

Основні положення та результати дослідження доповідалися й обговорювалися на II Міжнародній науково-практичній конференції «Current challenges of science and education» / «Актуальні виклики науки та освіти» Берлін, Німеччина та апробовані у науково-практичному журналі «Екологічні науки» № 51, 2023.

За матеріалами дослідження опубліковано 2 друковані праці: 1 тези і 1 стаття за матеріалами наукових конференцій.

1 ОГЛЯД НАУКОВОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1.1. Загальна характеристика міста Запоріжжя та Запорізької області

Запоріжжя є містом обласного значення і адміністративним центром Запорізької області, яке розташоване на водотранспортній магістралі – річці Дніпро.

Згідно джерел [1], це один з найбільших адміністративних, промислових і культурних центрів на півдні України та четверте за величиною промислове місто в Україні, з добре розвиненим машинобудуванням, чорною та кольоровою металургією, хімічною та будівельною галузями. Тут також є річковий порт, міжнародний аеропорт і важливий залізничний вузол.

Запорізька агломерація разом з навколишніми населеними пунктами є важливою складовою регіональної системи розселення і виконує функції обласного, міжнародного та районного центру відповідно до Схеми планування території області станом на 2017 рік до сфери впливу Запоріжжя як обласного центру входять 14 міст та 22 селища міського типу, значна кількість сіл, в яких проживає близько 1,7 млн осіб. Міжрайонна система розселення Запорізького передмістя характеризується високим рівнем промислово–економічного освоєння території, наявністю високоцінних сільськогосподарських угідь та природних умов.

Особливістю Запорізької області є те, що близько 65% виробничого потенціалу регіону та 43% населення зосереджено в місті.

Сьогодні Запорізька область є промисловим та металургійним центром України. Тут виплавляється більше третини виробленої в країні сталі, понад 17,0% чавуну, 75,0% обладнання високого тиску та 20,0% металоконструкцій. Значна частина міського та державного бюджетів фінансується за рахунок металургійних комплексів. Запорізька область є

одним з небагатьох регіонів з позитивним зовнішньоторговельним балансом, що збільшує золотовалютні резерви регіону та країни.

Загальна площа Запорізької області становить 271,80 км², а місто Запоріжжя займає 331 км², що становить 1% від площі області.

Запоріжжя – компактне, відкрите місто, розташоване на обох берегах Дніпра (рисунок 1.1).

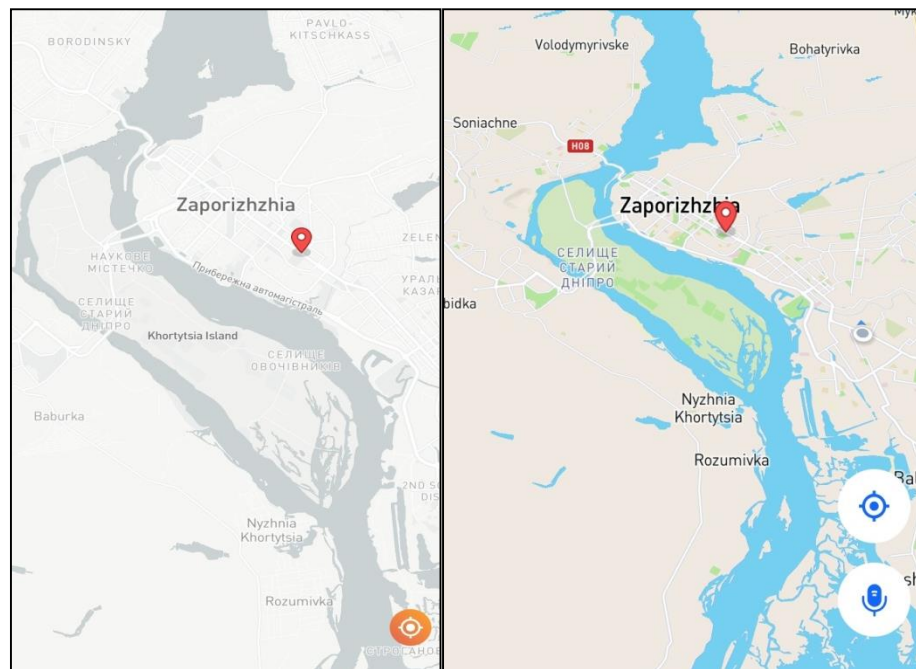


Рисунок 1.1 – 3D карти міста Запоріжжя

Лівобережна частина міста є лінійною і дуже неоднорідною з точки зору функціонального зонування. Розділені транспортними та комунікаційними коридорами, житлові райони розкинулися вздовж берегів і безпосередньо примикають до промислових зон. Внаслідок, більшість житлової забудови (близько 70%) знаходиться в зоні впливу промислових підприємств. Центром міста є площа Фестивальна.

Правобережна частина міста є більш компактною й однорідною за функціональним зонуванням. В екологічному плані промислові підприємства Хортицького району є «чистішими» виробництвами, що не здійснюють негативного впливу на житлову забудову. Проте, не має досить розвинених

транспортних зв'язків з промисловими районами міста, котрі розташовані в його лівобережній частині, та в центрі Запоріжжя.

На жаль, серед територій, які можливі до освоєння під селітебну забудову, виділяють невеликі ділянки в прибережній частині лівого берега (вулиця Скельна, Центральний бульвар), райони наміву Миколаївської заплави (житловий масив «Південний»), у правобережній частині (мікрорайон Бородінський, Хортицький житловий масив, Верхня Хортиця). Також існує досить невеликий резерв територій у районах можливої реконструкції (Старе місто, Павло–Кічкас).

Як відомо [1], місто поділене на 7 адміністративних районів: Олександрівський, Заводський, Комунарський, Дніпровський, Вознесенівський, Хортицький, Шевченківський (рисунок 1.2).

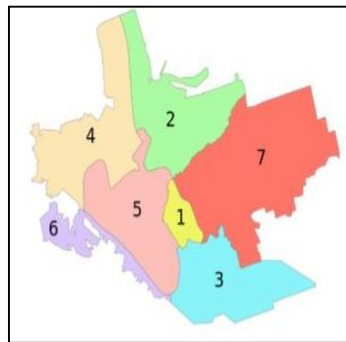


Рисунок 1.2 – Адміністративний поділ міста Запоріжжя

Території приблизно 4 тис. га є зайняті водними просторами (12,8%), близько 8 тис. га займають промислові, комунально-складські об'єкти, спецтериторії, 17,6% міських земель у використанні сільського господарства. Вільні міські землі близько 1,6% від усієї території міста Запоріжжя є роздробленими і дисперсно розташовані в плані міста.

10 січня 1939 року була утворена Запорізька область, територія якої розділена на два водозабірні басейни: басейн р. Дніпро та басейн Азовського моря.

Головна річка – Дніпро, є важливою транспортною артерією України, з великим Каховським водосховищем. Басейн р. Дніпро займає північно-західну частину області і складається з Каховського та Дніпровського водосховищ. Однак, річка також є основним джерелом водопостачання промислових об'єктів області, і джерелом енергії (Дніпровська ГЕС), являючи собою цінний рекреаційний ресурс.

Запорізька область має виробництво: гелікоптерів та авіаційних двигунів, кранів та кранового обладнання, трансформаторів, сталі та чавуну, графітованих електродів, титанової губки, вогнетривких виробів, феросплавів, коксу, хімічної продукції. І взагалі, регіон є одним з найбільших виробників сільськогосподарської продукції та виробів харчової промисловості в Україні.

Запорізька область володіє потужним енергетичним комплексом, котрий представлений атомною, тепловою та гідроелектростанціями, а також має розвиток альтернативної енергетики, як вітрової і сонячної [2].

Запоріжжя є сакральним центром України, також колискою становлення української державності, демократичних традицій та народовладдя. Включає такі видатні пам'ятки, як острів Хортиця, ДніпроГЕС, проспект Соборний, що передусім є візитною карткою міста і неповторністю [1].

1.2 Клімат

У місті Запоріжжя переважно клімат є атлантично–континентальний, однак влітку з вираженими посушливими суховійними явищами, які в деякі роки виявляються більш інтенсивно.

Літо частіше тепле, але буває й жарке, зазвичай починається в перші дні травня і триває до жовтня, охоплюючи період приблизно п'яти місяців.

Взимку часто спостерігається відсутність стійкого сніжного покриву, тому є помірно м'якою. Висота сніжного покриву у середньому становить 14 см, найбільша – 35 см.

Середньорічна температура $+9,0$ °С, середня $t^{\circ}\text{C}$ в липні $+22,8$ °С, а в січні – $4,9$ °С. Промерзання ґрунту близько $0,8$ м середньої глибини, максимальна близько 1 м. За умовами вологості територію міста відносять до посушливої зони. Середньорічна кількість опадів складає 443 мм, а випаровування з поверхні суходолу – 480 мм, з водної поверхні – 850 мм. При цьому зливи спостерігаються влітку, сильно розмиваючи поверхню ґрунту.

Відносна вологість повітря о 13 годині становить 60% , найменша – 40% і спостерігається здебільшого в липні–серпні. В теплий період переважають такі напрямки вітру – північний і північно-східний, у холодний період – північно-східний і східний. Середня швидкість вітру становить $3,8$ м/сек., посилюючись до $4,2$ м/сек. Один раз на 15 – 20 років спостерігається максимальна швидкість вітру – до 28 м/сек.

Щороку місто вкривається туманом у середньому 45 днів на рік, іноді буває – 60 на рік.

1.3 Природоохоронні території та об'єкти міста Запоріжжя

1.3.1 Природні ресурси

Природні ресурси являють основу для розвитку металургії та енергетики, в галузі економіки є сталими через достатній рівень забезпеченості на тривалий час у перспективі.

Отже, мінеральні ресурси представлені здебільшого багатими покладами рудних корисних копалин, включаючи залізних і марганцевих. В

сумарних запасах мінеральної сировини в Україні частка регіону складають: пегматит – 88,06%, апатит – 63,42%, марганцева руда – 69,1 %, вторинні каоліни – 22,9 %, вогнетривкі глини – 8,6%.

Запорізька область поставляє на внутрішній і зовнішній ринки залізну руду, каоліни, вогнетривку глину, формувальні піски, будівельні й лицювальні камені [2].

В Запорізькій області розташований Білозерський залізорудний район, на південному схилі Українського щита, і Приазовський залізорудний район розташований на півдні Запорізької і Донецької областей, в межах південно-східної частини.

Сумарно ці два родовища складають 4,3 млрд т. і є придатними до одержання залізорудних концентратів з вмістом заліза 69–72%.

Важливим ресурсом в місті Запоріжжя є земельні ресурси. Територія, якого знаходиться у Донецько–Дніпровському природно–сільськогосподарському окрузі, що в свою чергу, є джерелом сировини для сільгосппереробки [2].

1.3.2 Природно–заповідний фонд

Загальна площа природно–заповідного фонду становить 1436,6 га, яка включає 13 територій та об'єктів, з них 1 загальнодержавного значення (загальногеологічний заказник «Дніпровські пороги») та 12 місцевого значення (таблиця 1.1) [3].

Таблиця 1.1 – Перелік об'єктів природно-заповідного фонду м. Запоріжжя

Назва об'єкту	Тип об'єкту	Категорія об'єкту	Статус об'єкта	Площа об'єкту, га	Розташування об'єкту
«Запорізький 700-річний дуб»	ботаніч-на	Пам'ятка природи	Місцевого значення	0,5	м. Запоріжжя
«Віковий дуб»	ботаніч-на	Пам'ятка природи	Місцевого значення	0,05	м. Запоріжжя, с. Верхня Хортиця
«Парк по вулиці Кремлівській»	ботаніч-ний	Парк-пам'ятка садово-паркового мистецтва	Місцевого значення	6,5	м. Запоріжжя
«Парк енергетиків»	ботаніч-ний	Парк-пам'ятка садово-паркового мистецтва	Місцевого значення	10,6	м. Запоріжжя
«Віковий дуб»	ботаніч-на	Пам'ятка природи	Місцевого значення	0,05	м. Запоріжжя
Парк «Алея слави»	ботаніч-ний	Парк-пам'ятка садово-паркового мистецтва	Місцевого значення	5,1	м. Запоріжжя
«Запорізький дитячий ботанічний сад»	ботаніч-на	Парк-пам'ятка садово-паркового мистецтва	Місцевого значення	12	м. Запоріжжя
«Парк ім. Шевченка»	ботаніч-на	Парк-пам'ятка садово-паркового мистецтва	Місцевого значення	5,2	м. Запоріжжя

Продовження таблиці 1.1

«Парк залізничної станції Запоріжжя-2»	ботанічна	Парк-пам'ятка садово-паркового мистецтва	Місцевого значення	3,5	м. Запоріжжя
«Солов'їний гай»	ботанічний	Заказник	Місцевого значення	45	Запорізький район, Крутоярівське лісництво, кв. №28
«Дубовий гай. Старі дуби»	ботанічна	Пам'ятка природи	Місцевого значення	5	м. Запоріжжя
«Дніпровські пороги»	ботанічний	Заказник	Загальнодержавного значення	1383	м. Запоріжжя, о. Хортиця, о. Байда та скелі посеред р. Дніпро
«Балка Виноградна»	ботанічний	Заказник	Місцевого значення	5	Запорізький район, обласна сільськогосподарська дослідницька станція
«Стара груша дичка»	ботанічна	Пам'ятка природи	Місцевого значення	0,1	м. Запоріжжя
«Вікове дерево глоду з ділянкою змішаного лісу 300 років»	ботанічна	Пам'ятка природи	Місцевого значення	0,1	Запорізький район, Хортицьке лісництво, кв. №35, виділ №39

Відсоток заповідності міста становив 4,34% у 2018 році [2], тоді коли цей показник – 5,97 % у 2012 році (рисунок 1.3) [3].



Рисунок 1.3 – Схема міста Запоріжжя

Враховуючи великий промисловий комплекс Запоріжжя зі сформованою достатньо щільною забудовою, створення територій природно-заповідного фонду є не тільки неможливим, а й недоцільним.

Серед об'єктів Всесвітньої спадщини в Запорізькій області виділяють Національний заповідник «Хортиця» та історико-археологічний заповідник «Кам'яні Могили».

Хортиця є найбільшим островом на Дніпрі (довжиною 12,5 км, шириною до 2,5 км). На території самого острова налічується 63 пам'ятки археології та історії, 33 з котрих знаходяться на державному обліку. А заповідник «Хортиця» занесений до державного реєстру нерухомих пам'яток України. Чудова панорама відкривається з північної частини острова на іншу візитну картку Запоріжжя – Дніпровську гідроелектростанцію. з бетонною дамбою в формі підкови довжиною 766 метрів.

Протягом століть Запорізький дуб був місцем паломництва мільйонів людей, а точний вік його ніхто не знає [1].

В межах Національного заповідника «Хортиця» знаходиться загальногеологічний заказник загальнодержавного значення «Дніпровські пороги». Територія цього заказника одночасно є об'єктом природно-заповідного фонду і культурної й археологічної спадщини, що

приваблює увагу чисельних туристів та відвідувачів. Рекреаційне навантаження переважно зосереджено на територіях Музею історії запорозького козацтва та Історико–культурного комплексу «Запорозька Січ». По території заказника проходять також екскурсії: «Тарасова стежка», «Священна Хортиця», «Острів Хортиця на Дніпрі–1», «Острів Хортиця на Дніпрі–2», природнича пішохідна екскурсія, «Там, де закінчуються пороги», «Стежками заповідної Хортиці–1», «Стежками заповідної Хортиці–2», «Кобзар на Хортиці», велосипедний маршрут, автобусний маршрут.

Смарагдові об'єкти – це території, на яких мешкають види рослин, мешкають чи перебувають тимчасово види тварин та знаходяться оселища (біотопи), які охороняються Бернською конвенцією [4].

З 2009 року національний природний парк «Великий Луг» входить до складу Смарагдової мережі., де рідкісні види рослин, тварин та оселищ охороняються. Плавні Великого Лугу утворені ріками Конки та Дніпра, алювіальні відкладення та наноси сприяли появленню феномена, тобто архіпелагу «Великі та Малі Кучугури».

Унікальність території є у водно-болотних угіддях архіпелагу «Великі та Малі Кучугури», заплави «Сім маяків», яким в 2011 році присвоїли статус водно–болотних угідь міжнародного значення (Рамсарська конвенція), псамофітні та петрофітні степові, водні ділянки, печери, байрачні та заплавні ліси [2, 4].

1.3.3 Регіональна екологічна мережа

Запорізька область є одним з найбільш антропогенно змінених регіонів країни. Незважаючи на те, що площа природно–заповідного фонду збільшилася, зросла його частка у загальній площі області та покращилося різноманіття природних ландшафтів і рослинних угруповань, територіальна

структура природно-заповідних територій не повною мірою відповідає міжнародним стандартам і стратегіям регіонального планування.

Внаслідок надмірної розораності ґрунтів умови забезпечення територіальної цілісності території з її природними ландшафтами в цьому регіоні значно погіршилися, що ускладнює, а подекуди унеможлиблює просторові процеси біологічного обміну на ценотичному та генетичному рівнях, притаманні живій природі. Потужний промисловий та сільськогосподарський потенціал, з одного боку, сприяв розвитку регіону, а з іншого – спричинив процес відступу і навіть деградації природних екосистем.

Важливим підходом до збереження біорізноманіття на всіх рівнях (видовому, популяційному, симбіотичному та генетичному) є збереження різноманіття оселищ та життєздатних популяцій [2].

Тому, основною метою створення екомережі є розширення площі країни з природними ландшафтами до рівня, достатнього для підтримання різноманіття, близького до первинного природного стану, відповідно до природних шляхів міграції та можливостей поширення видів рослин і тварин, та забезпечення збереження природних екосистем, видів рослин і тварин та їхніх популяцій у територіально єдиному комплексі.

Екологічна мережа – це складна, багатофункціональна природна система, основними функціями якої є збереження біорізноманіття, стабілізація екологічної рівноваги, підвищення продуктивності ландшафтів, поліпшення стану довкілля, перехід до збалансованого регіонального розвитку та створення належних природних умов для сприятливого життєвого середовища (рисунок 1.4).

В області є два національні природні парки – «Великий Луг» та «Приазовський». Ці природоохоронні фонди є важливим ядром структурних елементів національної екологічної мережі [4].

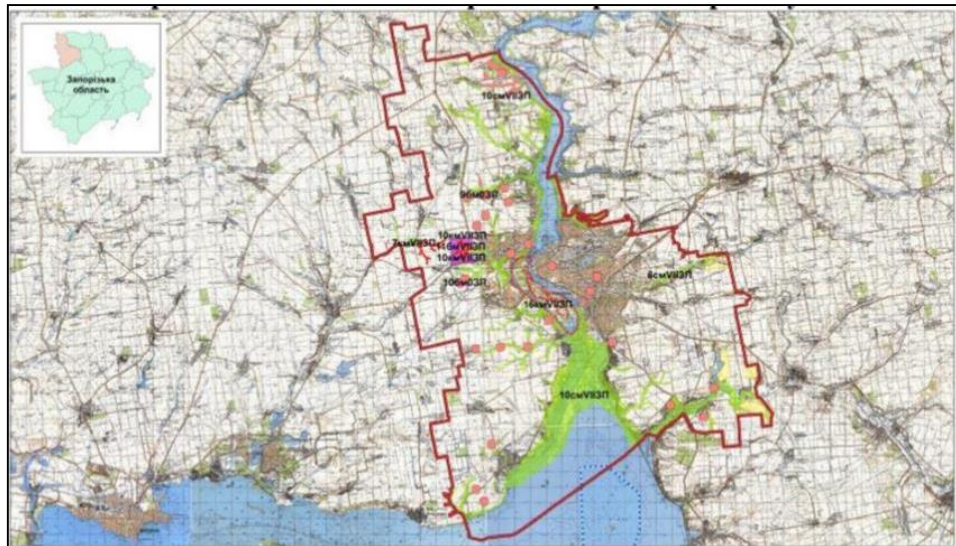


Рисунок 1.4 – Картосхема екологічної мережі Запорізького району

Найбільш пріоритетними природоохоронними територіями Запорізької області є Придніпровський та Азово–Чорноморський міжнародні екологічні коридори. Національний природний парк «Великий Луг» є важливим ядром Придніпровського коридору. Коридор також включає такі об'єкти природно–заповідного фонду загальнодержавного значення, як «Великі та Малі Кучугури», «Крутосхил Каховського водосховища» та «Дніпровські пороги».

Формування регіональних екомереж передбачає подальший розвиток природоохоронної справи, особливо в природних та адміністративних районах, де заповідні ландшафти недостатньо представлені. Регіональні екологічні мережі допомагають збалансувати структуру землекористування та оптимізувати ландшафтно–екологічну структуру регіону [4].

1.3.4 Лісові екосистеми

Розташоване в степовій зоні, місто характеризується вирубкою лісів. Природних лісів залишилося дуже мало, в основному це невеликі ліси в

долинах річок та плантації лісопосадок. Ці ресурси є «непродуктивними», і сьогодні запорізький степ вважається повністю окультуреним.

Невеликі ділянки дикої природи залишилися в заплавах річкових долин, на схилах і в балках, які не придатні для обробітку і перетворилися на пасовища. Зона справжнього степу поділяється на дві підзони: різнотравно–типчаково–ковилового та типчаково-ковилового степу.

Пасовища майже повністю випалені, і в них переважають такі трави, як костриця, ковила, типчак і ковила волосиста, тонконіг лучний, пирій гребінчастий і костриця пряма. Поширені такі трави, як кельмек, ферула, шипшина і ромашка, а з ефемерів – тюльпан, ряска і гусяча цибуля.

Найбільш вивченою є флора острова Хортиця, яка налічує понад 1090 видів вищих судинних рослин. У регіоні налічується 62 види рослин, занесених до Червоної книги України, та 27 рослинних угруповань, занесених до Зеленої книги України. Багато рослин також віднесено до II та III класів [2,4].

1.4 Стан навколишнього природного середовища

В умовах інтенсивної урбанізації, транспортного та промислового розвитку навколишнє середовище (повітря, вода та ґрунт) постійно забруднюється, створюючи несприятливі умови для життя людини.

Запоріжжя є великим виробником високоякісної сталі, кольорових металів, феросплавів, абразивів, трансформаторів, різноманітного обладнання та легкових автомобілів. Однак, значна кількість промислових підприємств розташована в житлових кварталах, що формує основний антропогенний вплив на навколишнє середовище міста.

Зелені насадження відіграють важливу роль у вирішенні проблем охорони та поліпшення стану довкілля, виконуючи різноманітні оздоровчі, рекреаційні та захисні функції, стабілізуючи екологічну рівновагу. А також є

важливими компонентами навколишнього середовища, які мають значний вплив на містобудівні та естетичні особливості ландшафту [4, 5].

Щорічно в містах та інших населених пунктах області, в тому числі під час весняних загальнодержавних акцій (таких як Всеукраїнська акція «За чисте довкілля» та «День довкілля»), за участю органів державної влади, громадських організацій, підприємств, установ незалежно від форми власності, дітей та учнівської молоді проводяться заходи з озеленення територій. У рамках акції «За чисте довкілля» у всіх державних лісогосподарських підприємствах, що належать до сфери управління Держлісагентства, відбулися суботники з прибирання сміття та ліквідації несанкціонованих сміттєзвалищ.

За останні роки озеленення, благоустрій та ліквідація сміттєзвалищ поступово стають постійним принципом громадського життя в регіоні [5].

1.4.1 Атмосферне повітря

Основними причинами забруднення атмосферного повітря в місті є застарілі технології та відпрацьоване обладнання підприємств, морально та фізично застаріле газоочисне обладнання, відсутність ефективних методів очищення газоподібних викидів (наприклад, оксидів азоту, оксиду вуглецю, діоксиду сірки), особливо від стаціонарних джерел викидів металургійних підприємств, які є значним джерелом забруднення житлових районів. великий обсяг викидів забруднюючих речовин від неорганізованих джерел; що є основним джерелом забруднення в житлових районах.

Одним з основних факторів, що впливають на забруднення атмосферного повітря, є викиди від автотранспорту, що пов'язано зі значним збільшенням кількості транспортних засобів у власності. Кількість забруднюючих речовин, що викидаються в атмосферу від автотранспорту, залежить від якості палива та загального стану техніки транспортного засобу.

Основними проблемами забруднення повітря від пересувних джерел є використання палива, яке не відповідає вимогам сучасних екологічних стандартів; зайнятість основних міських магістралей транзитним транспортом; та відсутність нейтралізаторів у багатьох вітчизняних, старих марочних та старих іноземних автомобілях. Проблема полягає в тому, що нейтралізатори не використовуються у вітчизняних, старих марочних та старих іноземних автомобілях [1, 5].

Основними компонентами викидів забруднюючих речовин є діоксид сірки та інші сполуки сірки, оксиди азоту, оксид вуглецю та речовини у вигляді суспендованих твердих частинок, які не диференційовані за складом.

Відповідно до динаміки викидів забруднюючих речовин у Запоріжжі та області, найбільший внесок у забруднення атмосферного повітря в Запоріжжі вносять стаціонарні джерела Запорізької ТЕС (86%), «Запоріжсталь» та «ДТЕК Дніпроенерго».

Найбільший внесок у забруднення повітря в Запоріжжі роблять промислові підприємства, які є найбільшими забруднювачами, і на котрі припадає 60–70% загальних викидів забруднюючих речовин: ПАТ «Запоріжсталь», ПАТ «Дніпроспецсталь», ТОВ «Запорізький завод феросплавів», ПАТ «Запоріжводоканал», ПАТ «Запоріжводоканал», ПАТ «Запоріжводоканал», ПАТ «Запоріжводоканал», ПАТ «Український графіт», ПАТ «Запорізький абразивний комбінат», ПАТ «Запоріжжкокс», ТОВ «Запорізький титано–магнієвий комбінат», ПАТ «Запоріжвогнетрив» та ПАТ «Запорізький завод зварювальних флюсів і скловиробів».

Найбільше забруднюють повітря в регіоні підприємства чорної та кольорової металургії, теплоенергетики, хімічної, машинобудівної та харчової промисловості, на які припадає близько 90,0% загальних викидів забруднюючих речовин.

Серед районів Запоріжжя найвище забруднення повітря у 2018 році було зафіксовано у Вознесенівському (39% від загальної кількості перевищень) та Заводському (37,5%) районах; Дніпровському районі

Запоріжжя (15,2%); Дніпровському районі Запоріжжя (15,3%); Дніпровському районі Запоріжжя (15,3%); Дніпровському районі Запоріжжя (15,3%); Дніпровському районі Запоріжжя (15,2%), У Шевченківському (6,3%) та Олександрівському (1%) районах зафіксовано забруднення повітря нижче середнього багаторічного (17,3%). Перевищень не було зафіксовано в Хортицькому та Комунарському районах.

Багаторічний моніторинг якості повітря показує стабільно високе забруднення повітря як на межі санітарно-захисної зони, так і в житлових районах. Запоріжжя – єдине місто в області, де за якістю повітря стежить пост спостереження забруднення (ПСЗ).

Над Запоріжжям часто спостерігається жовто–брудний смог, утворений вихлопними газами промислових підприємств, сконцентрованих на відносно невеликій території. Крім того, рельєф місцевості являє собою хвилясту рівнину з терасовою структурою, яка погано провітрюється, а пилові та газові викиди легко розсіюються [5, 6].

З цієї причини забруднення повітря в основних районах міста відбувається при напрямку вітру з північного заходу на північ і схід. Південні вітри забруднюють Заводський район. Південно-західні та західні вітри сприяють винесенню забрудненого повітря з-за меж міста. Вітер зі швидкістю 0–4 м/с забруднює центр міста незалежно від напрямку.

1.4.2 Водні ресурси

Найважливішими факторами, що визначають екологічний стан водних об'єктів, є скидання забруднених і недостатньо очищених стічних вод через неефективну роботу очисних споруд або їх відсутність, особливо в житлово-комунальному господарстві (Оріхів, Якимівка, Дніпродзержинськ та ін.), а також стік забруднюючих речовин з урбанізованих територій.

Проблема полягає в тому, що забруднюючі речовини скидаються з урбанізованих територій. Особливо гостро ця проблема стоїть у великих населених пунктах (Запоріжжя, Мелітополь, Бердянськ, Пологи, Оріхів, Токмак та ін.).

Малі річки осушуються для захисту зрошуваних сільськогосподарських угідь і населених пунктів від підтоплення, внаслідок чого у водні об'єкти потрапляють мінеральні солі, фосфати, органічні речовини, мінеральні добрива, пестициди та гербіциди; через порушення правил ведення господарської діяльності в прибережних і водоохоронних зонах, надмірне зарегулювання річок ставками та водосховищами, порушення правил експлуатації водозаборів і штучних водосховищ не забезпечується підтримання мінімальних санітарних витрат води в нижніх течіях річок [6].

Незадовільна якість очищення стічних вод зумовлена застарілими технологіями очищення стічних вод, фізичним та моральним зносом споруд, передчасним проведенням поточних та капітальних ремонтів, відсутністю дієвих економічних стимулів для будівництва нових очисних споруд у промисловому секторі та недостатністю коштів на реконструкцію, розширення та утримання очисних споруд у житловому та комунальному секторах. Це пов'язано з тим, що на підприємствах регіону прийняті стандартні методи очищення стічних вод, що базуються на принципах механічного, біологічного, фізичного та хімічного очищення [2, 4, 6, 7].

Очищення стічних вод здійснюється на очисних спорудах у Запоріжжі, Токмаку, Вільнянську, Гуляйполе та смт Новомиколаївка.

Основними забруднювачами водних ресурсів є металургійні підприємства, підприємства житлово-комунального господарства.

У 2018 році підприємства чорної та кольорової металургії скинули у водні об'єкти 54,462 млн м³ забруднених стічних вод, що на 2,12 млн м³ більше, ніж у 2017 році.

Обсяг скинутих забруднених стічних вод залежить від обсягів виробництва основних підприємств-забруднювачів, насамперед

металургійного комбінату ПАТ «Запоріжсталь» припадає 81,7% від загального обсягу скиду забруднених стічних вод по області в цілому.

Як і в попередні роки, ТОВ «Запорізький титано–магнієвий комбінат» посідає друге місце серед промислових підприємств за обсягами скиду недостатньо очищених стічних вод у водні об'єкти. У звітному році підприємство скинуло 0,592 м³ недостатньо очищених стічних вод, що на 0,039 м³ більше, ніж у 2017 році [4, 7].

24 водокористувачі здійснювали скид очищених стічних вод до водних об'єктів на рівні нормативів:

1. КП «Водоканал» м. Запоріжжя скинули 42,4 млн м³;
2. АТ «Мотор Січ» – 1 474 000 м³;
3. СП Вільнянська дільниця водовідведення КП «Облводоканал» ЗОР – 0,291 млн м³;
4. КП «Комунсервіс» м. Гуляйполе – 0,094 млн. м³;
5. Комунальне підприємство Токмацької міської ради «Міськводоканал» – 0,474 млн м³.

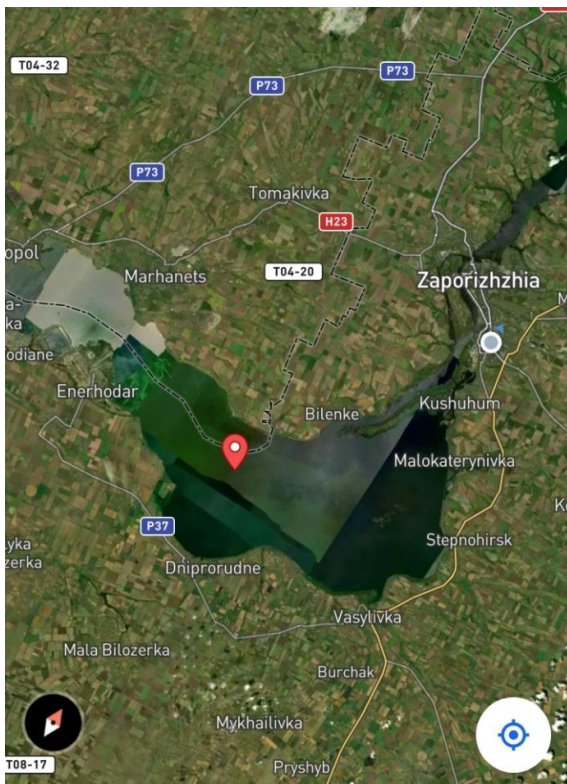
Загальний обсяг очищених стічних вод, скинутих вищезазначеними підприємствами, становив 44,733 млн м³, що становить 99,4% від загального обсягу очищених стічних вод, скинутих в області.

За даними [2] Науково–дослідного інституту рибного господарства Національної академії наук України, гідрологічний режим Каховського водосховища не може бути оцінений як близький до оптимального для забезпечення нормальних умов нересту ранньо– та середньосезонних нерестових видів риб, включаючи репрезентативні види промислового рибальства.

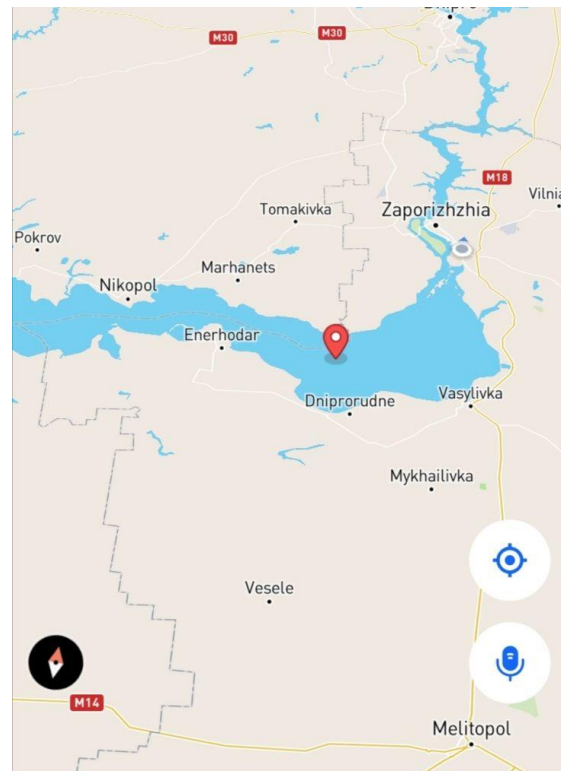
Несприятливий гідрологічний режим і пов'язана з ним недостатня розвиненість нерестових запасів є основними лімітуючими факторами, що впливають на ефективність нересту в Каховському водосховищі.

В даний час іхтіофауна Каховського водосховища налічує 42 види риб з 15 родин, 20 з яких мають промислове значення.

Серед 20 промислово важливих видів риб основним видом є товстолобик, який становить 48% від загальної кількості промислово важливих видів риб. Загалом, за результатами досліджень 2016–2018 рр., показники, що характеризують стан відтворення та використання основних промислових видів риб Каховського водосховища, які є невід'ємною характеристикою умов середовища існування, характеризуються відносною нестабільністю без чітко вираженої тенденції до покращення чи погіршення.



1



2

Рисунок 1.5 – Каховське водосховище: 1 – супутниковий знімок в реальному часі; 2 – 3D карта

Проте, у зв'язку з воєнним станом країна агресор, вчинила теракт, внаслідок було підірвано Каховське водосховище 6 червня 2023 року, і відбулося чимало втрат серед населення і принесло серйозну екологічну катастрофу (рисунок 1.5).

Водопостачання міста Запоріжжя на 100% базується на поверхневих водах з басейну річки Дніпро. Місто розташоване в кристалічному масиві України і має невеликі запаси підземних вод [7].

Загальна довжина річки Дніпро в межах міста Запоріжжя становить 24,2 км. Русло річки Дніпро в межах міста зарегульоване Дніпровським та Каховським водосховищами. Крім Дніпра, гідрографічна мережа Запорізької області складається з малих річок: Мокра Московка, Суха Московка, Верхня, Середня, Нижня Хортиця та інших малих річок, а також численних струмків та балок. Довжина малих річок у межах міста становить 26 км, довжина струмків – 11,5 км, довжина балок з водними артеріями – 22,3 км.

Річка Дніпро є джерелом водопостачання та енергії для промислових об'єктів міста, достатнім джерелом енергії для задоволення господарсько–питних потреб міста, головною транспортною артерією та цінним рекреаційним ресурсом [1, 5, 7].

1.5 Земельні ресурси та ґрунти

Основними антропогенними факторами, що впливають на земельні ресурси в регіоні, є сільське господарство, промисловість, енергетика, транспорт і видобуток корисних копалин. Природно–кліматичні умови, а також нераціональне використання сільськогосподарських земель призвели до збільшення площі деградованих ґрунтів. Всі ці типи деградації земель – ерозія, засолення, ущільнення, підтоплення, порушення ґрунтового покриву та зсуви – характерні для регіону. Незважаючи на те, що регіон знаходиться в зоні дефіциту води, підтоплення є широко розповсюдженим явищем і має значний вплив на екологічний стан території та умови життя населення.

Основні ґрунти Запорізької області складаються з чорноземів звичайних з різною глибиною залягання гумусових шарів та механічним складом від легкосуглинкових до легкоглинистих. Сільськогосподарські

угіддя є найбільшою складовою – 82,5%, що свідчить про високий рівень освоєння сільськогосподарських угідь в регіоні та великий потенціал сільськогосподарських ресурсів, але є основним джерелом забруднення ґрунтів внаслідок надмірного використання хімічних та мінеральних добрив [8, 9, 10].

Поживні речовини та кислотність ґрунту є важливими показниками для визначення родючості ґрунту. Поживні речовини включають основні біогенні елементи (азот, фосфор і калій) та ґрунтовий гумус. Гумус виступає джерелом азоту та інших елементів, необхідних для рослин і мікроорганізмів, і є важливим компонентом продуктивності та родючості ґрунту.

За останні 35 років площа еродованих земель збільшилась на 25,2 %. На теперішній час водною ерозією охоплено 35,5 %, а вітровою – більш, ніж 90 % площі сільськогосподарських угідь (в роки з пиловими бурями практично вся територія області піддається дії вітрової ерозії). Вміст гумусу в ґрунтах значно зменшується, верхній шар ґрунту ущільнюється, а площа засолених, солонцюватих і підтоплених земель збільшується. Щороку через ерозію втрачається 350 кг гумусу з гектара. Основними причинами втрати гумусу є прогресуюча мінералізація, втрати через змив верхнього (найбільш гуміфікованого) горизонту та недостатнє внесення органічних добрив. Найбільш піддані водній ерозії Гуляйпільський, Запорізький, Новомиколаївський, Куйбишевський, Кам'янсько–Дніпровський райони; вітрової – Веселівський та Михайлівський. Одночасно водній та вітрової ерозії найбільш піддані Приморський та Бердянський райони [9, 10].

1.6 Відходи

Однією з основних особливостей індустріального комплексу м. Запоріжжя є активність виробничого природокористування.

Масштабне використання ресурсів, енергетична та сировинна спеціалізація економік країн регіону сприяють значному утворенню та накопиченню відходів виробництва і споживання.

Сьогодні особливо гостро стоять проблеми поводження з твердими побутовими відходами, виникнення та ліквідації несанкціонованих звалищ відходів. Основними генераторами відходів є підприємства гірничодобувної, хімічної, металургійної, машинобудівної, паливно-енергетичної, будівельної та сільськогосподарської галузей [2, 4, 7].

Поводження з відходами – це концепція, яка охоплює низку конкретних інтегрованих видів діяльності, включаючи запобігання утворенню відходів, збір, транспортування, сортування, зберігання, обробку, переробку, утилізацію, видалення, знешкодження, захоронення, управління цими операціями та нагляд за місцями видалення відходів.

У місті відходи розміщуються на: полігон твердих побутових відходів №1 (далі – ПТПВ №1) (площа – 47,0707 га), накопичувач–випарювач АТ «Мотор Січ» (1,55 га), полігон ПАТ «Запорізький автомобілебудівний завод» (2,5 га), полігон промислових відходів у б. Середня (загальна площа – 221 га). На території б. Середня розташовані ділянки підприємств–користувачів: ПАТ «Запоріжсталь» (3 ділянки загальною площею 112,8 га), ПрАТ «Запоріжжкокс» (45,8 га), ПАТ «Дніпроспецсталь» (2 ділянки загальною площею 40,69 га), ПАТ «Запорізький завод феросплавів» (15,5 га), ТОВ «Технопром–експорт» (6,0 га). Також, на території міста знаходиться відстійник–шламонакопичувач б. Капустянка (площа – 148,46 га), який входить до комплексу позамайданчикowego шламовидалення ПАТ «Запоріжсталь» [8, 9, 10].

У м. Запоріжжі є 3 полігони побутових відходів, які знаходяться у комунальній власності: ПТПВ №1 – діючий; ПТПВ №2 – закритий; ПТПВ №3 – в стадії будівництва.

Для удосконалення роботи у сфері поводження з ТПВ в місті шляхом об'єднання Запорізького комунального автотранспортного підприємства

082801 «Комунсантрансекологія» та німецької фірми «*REMONDIS*» у 2008 році було створено спільне українсько-німецьке підприємство «Ремондіс Запоріжжя» (нині правонаступник – ТОВ «ВЕЛЬТУМ–Запоріжжя»).

Для забезпечення належної санітарії в місті компанія придбала та встановила контейнери для роздільного збору твердих та залишкових відходів [9, 10].

1.7 Поняття про екосистеми

Підхід Ю. Одума та Г. Одума дозволив описати не лише природні екосистеми, але й урбоекосистеми. На відміну від природних екосистем, урбоекосистеми є складними комбінаціями різних типів екосистем – технотопів і біотопів і функціонують за рахунок допоміжних видів енергії, які важко оцінити, оскільки енергія, що проходить через екосистему, трансформується і набуває різних якостей. Тому оцінка енергетичних потоків відображає лише ті частини, які характеризують ці процеси у відповідних формах (наприклад, тепло, хімічна енергія тощо) [11].

Урбанізація – це соціальний процес, який характеризує сучасну реальність. Урбанізація має як позитивні, так і негативні наслідки. Загальні тенденції урбанізації простежуються і в Україні. Водночас, помітні і специфічні риси «української урбанізації». Основними з них є зростання міст і поширення міського способу життя на всі форми життєдіяльності [12].

Представники Р. Парк та Е. Берджесс [12] вважають, що міста ростуть не безладно, а відповідно до особливостей свого середовища. Особливості облаштування та пересування в міському середовищі подібні до природних. Різні міські райони розвиваються завдяки адаптації їхніх мешканців, які борються за власне виживання. Загалом, формування міст можна розглядати як відтворення послідовних концентричних кіл, що представляють міські райони, поділені на сектори. У центрі знаходиться «міський центр», за

межами якого розташовані житлові райони та приміські зони. У секторах концентричних кіл відбувається процес заселення та встановлення екологічної ніші.

Ця концепція була сформована в есе Л. Вірта «Урбанізм як спосіб життя», в якому він інтерпретував урбанізм на основі трьох його характеристик: розміру міської території, щільності населення та гетерогенності (неоднорідності). Серед чинників, що визначають світогляд міських жителів, він виділив психологічні ефекти міського життя та його вплив на соціальні структури та індивідів. До негативних чинників він відносив взаємну байдужість, безкультур'я та підвищене емоційне навантаження, що призводить до тривожності, нервового напруження та відсутності підтримки через розмивання міжособистісних стосунків між міськими жителями.

Л. Вірт визнавав, що урбанізація є не лише частиною суспільства, але й відображає характер ширшої соціальної системи та фактори, які на неї впливають. Кожен аспект міського способу життя характеризує не лише життя мешканців мегаполісу, але й соціальне життя міського суспільства в цілому [12, 13].

Урбанізація – це складний історичний, соціально–економічний, демографічний та екологічний процес трансформації ландшафтних екосистем (природних лісів, пасовищ, луків, водних і штучних агроекосистем) під впливом розростання міст. Він передбачає швидку концентрацію населення, засобів виробництва і комунікацій, глибоку трансформацію структурних і функціональних характеристик природних екосистем (флори, фауни, ґрунту, атмосфери, продуктивності, біологічних циклів тощо), поглинання великої кількості речовини, енергії та інформації, інтенсивний міжекосистемний обмін речовиною, енергією та інформацією, високий рівень забруднення довкілля: як у межах біосфери, так і в можна також охарактеризувати як процес, за допомогою якого формуються міські геосоціальні системи [12, 14].

За визначенням А. Тенслі, екосистема – це «сукупність організмів і середовищ їхнього існування, які перебувають у необхідному взаємозв'язку один з одним і утворюють систему взаємопов'язаних біотичних і абіотичних явищ і процесів». Він також вважав екосистему «фундаментальною природною одиницею на поверхні Землі, яка включає не тільки комплекс організмів, але й усі елементи середовища існування». У цьому сенсі екосистеми є реальними територіальними одиницями; Ю. Одум визначав екосистеми як «будь-який природний простір з живими і неживими компонентами, що беруть участь в обміні речовиною та енергією» [15].

Класифікація екосистем може враховувати як природну екологічну, так і біологічну складову, або виділяти класи на різних ієрархічних рівнях за різними параметрами. Такими класифікаціями є систематичні багаторівневі класифікації, «модульні» класифікації та субсерійні класифікації. На найвищому ієрархічному рівні класифікації ґрунтуються на фізіогномічних характеристиках. Менші ієрархії виділяються за кліматичними факторами, ґрунтовими факторами (вологість, трофність, кислотність) або типом рослинності. Цей принцип використовується в європейській класифікації *EUNIS* [16].

Одиницею класифікації *EUNIS* є «оселище» як середовище існування популяції або спільноти, яке характеризується, в першу чергу, біологічними особливостями (клімат, рельєф, ґрунт) і, в другу чергу, видами рослин і тварин. У Європі (Німеччина, Швеція, Угорщина) поряд з терміном «оселище» також використовується термін «біотоп». Термін «оселище» не завжди має точний відповідник в інших мовах, тому багато країн використовують термін «біотоп» для позначення як «оселища», так і «біотопу» [17, 18].

Автори використовують термін «біотоп» для позначення певного біологічного угруповання або природного екологічного середовища, а термін «екотоп» – як аналог терміну «оселище» [19].

Сучасні міста – це потужні системи, які змінюють усі компоненти довкілля. Це рельєф, повітря, водні системи, ґрунти, клімат, флора і фауна. Мегаполіс не є стійким і саморегульованим з точки зору хімічних та енергетичних циклів, а є самостійною соціо– і техноекосистемою, яка «працює» на споживанні природних ресурсів.

Міська екосистема включає природні компоненти (повітря, вода, ґрунт, геологічне середовище, флора і фауна), техногенне середовище (житло, підприємства, транспорт, комунікації, відходи), антропогенні компоненти, включаючи духовні та культурні цінності, і населення [20].

Одними з основних чинників, що формують міське середовище, є загальна чисельність і щільність населення. Ці показники визначають рівень концентрації промислових об'єктів, транспорту, викидів в атмосферу, стічних вод, побутових і промислових відходів, а також фізичний вплив на навколишнє середовище. Прискорена урбанізація супроводжується збільшенням споживання природних ресурсів. Міста, що розростаються, потребують більше їжі, води, енергії та простору. Забруднення урбанізованого середовища. Основні центри концентрації екологічних проблем знаходяться у високоурбанізованих районах, міських агломераціях та великих промислових зонах [20, 21].

1.8 Економіка міста

Місто Запоріжжя, як суб'єкт соціально-економічного процесу, відчуває на собі вплив подій у світовій економіці: валовий внутрішній продукт у 2014 році становив майже 90% від докризового показника 2007 року; промислове виробництво у 2015 році було на третину нижчим, ніж у 2007 році; експорт, вимірний в євро, у першому кварталі 2016 року становив лише 76% від показників першого кварталу того ж року [1, 4, 8, 9].

У 2015-2016 роках ситуація ще більше погіршилася (ВВП становив уже 70% від рівня докризового 2007 року, індекс промислового виробництва у 2016 році був лише на 2,8% вищим, ніж у 2015 році, а експорт впав на 4,1%).

Експерти вважають, що Запоріжжя – один з регіонів, який зазнав значних втрат з 2009 року. Тут економічні втрати склали щонайменше 17,2% [1, 7].

1.9 Енергоспоживання та енергозбереження

Основними видами паливно–енергетичних ресурсів для різних потреб міста являються природний газ та електрична енергія. Серед кінцевих споживачів ПЕР виділяють наступні групи:

1. Будівлі житлового фонду;
2. Будівлі бюджетної сфери;
3. Вуличне освітлення;
4. Транспорт;
5. Промисловість;
6. Інші будівлі;
7. Комунальні підприємства (споживання електроенергії КП «Водоканал» та Концерном «МТМ»).

План сталого енергетичного розвитку міста Запоріжжя передбачав стабілізацію енергоспоживання на рівні 2015 року до 2029 року. Однак реалізація програм з енергоефективності та енергозбереження може зменшити споживання в житловому та комунальному секторах.

Житловий сектор є другим за величиною споживачем енергії в місті, на нього припадає близько 25% кінцевого енергоспоживання, за ним йде приватний транспорт (8%) і комерційні будівлі (включаючи інші будівлі) (3%) [1, 22, 23].

Сонячна енергія є відновлюваним природним ресурсом і не потребує втручання людини для відновлення. Це найбезпечніше для навколишнього середовища джерело енергії. Переваги сонячної енергії переважають недоліки. До основних переваг відносяться доступність, екологічність, поновлюваність і безпека. До недоліків можна віднести обмежену тривалість світлового дня, зниження ефективності в похмуру погоду, високу вартість сонячних елементів і зайняття великих площ землі під електростанції [24].

Виробництво електроенергії з сонячної енергії є екологічно чистою альтернативою виробництву електроенергії на основі викопного палива, без забруднення повітря та води і без негативного впливу на глобальне потепління. Однією з переваг цієї технології є те, що вона не залежить від постійного постачання електроенергії. Сонячна енергія може використовуватися для кип'ятіння води, обігріву та охолодження будівель, а також для забезпечення безперебійного природного освітлення. [25, 26].

Сонячна енергія – це невичерпний ресурс, який є доступним і наразі безкоштовним.

Плюси використання сонячних електростанцій:

1. Сонячна енергія – це відновлювальна енергія, яка не може вичерпатися (принаймні в масштабах людського мислення). В запасі у нас є ще мінімум п'ять мільярдів років, щоб використовувати Сонце для отримання електроенергії. Цього більш ніж достатньо, враховуючи те, що запаси нафти, газу, вугілля і урану можуть вичерпатися в найближчі сторіччя [26];

2. Екологічність. Отримання сонячної енергії майже не шкодить навколишньому середовищу [27];

3. Великі можливості використання в різних сферах діяльності;

4. У технології отримання сонячної енергії роль людини зведена до мінімуму;

5. Доступ до сонячної енергії можливий в будь-якій точці світу;

6. Простота експлуатації. Сонячні станції, особливо домашні, практично не вимагають технічного обслуговування [24];

7. Безшумність;

8. Економічність. В Україні діє «зелений тариф» – завищена ціна, за якою держава купує електроенергію, отриману альтернативним екологічним способом;

Негативна сторона використання сонячних установок:

1. Висока вартість обладнання;

2. Нестабільність. Кількість отриманої енергії безпосередньо залежить від інтенсивності сонячного випромінювання [27];

3. Дорогі системи акумуляції енергії;

4. Для розміщення сонячних енергоустановок потрібні значні площі. Це може бути земля, стіна будівлі, або ж дах, але місце все ж потрібно виділити [28]. Але не вирішується питання забезпечення стабільності роботи через вплив хмарності.

Потенціал відновлюваних і нетрадиційних джерел енергії визначається кліматичними характеристиками, кількістю відходів виробництва та промислової переробки їх продуктів. Природні умови та особливості господарської діяльності визначають регіональні відмінності в потенціалі нетрадиційних та відновлюваних джерел енергії. При аналізі потенціалу та перспектив використання нетрадиційних і відновлюваних джерел енергії та оцінці їх майбутньої ролі в регіональному енергетичному комплексі кожен ресурс розглядається не ізольовано, а виходячи з рівня ресурсозабезпеченості найбільш важливого для конкретного регіону комплексу нетрадиційних і відновлюваних джерел енергії, Важливо провести типізацію регіонів [26, 29].

Вивчаючи наявні нетрадиційні та відновлювані енергетичні ресурси індивідуально та комплексно для кожного регіону України, можна було б не тільки визначити переваги в ресурсозабезпеченості кожного регіону, але й виявити регіони, що становлять найбільший інтерес для потенційних

інвесторів з метою освоєння тих чи інших нетрадиційних та відновлюваних джерел енергії (НВДЕ) [29].

Енергетичний потенціал відновлюваних джерел енергії в Україні потребує подальшого детального вивчення. Зокрема, слід розрахувати економічно доцільний потенціал усіх видів відновлюваних джерел енергії. Це дозволило б об'єктивно оцінити інвестиційну привабливість окремих регіонів України для розвитку окремих видів відновлюваної енергетики.

Слід підкреслити, що ефективний розвиток відновлюваних джерел енергії можливий лише на основі комплексного підходу, який враховує всі можливості та перешкоди для розвитку конкретних видів відновлюваних джерел енергії в різних регіонах України. [26, 29]

1.10 Стратегій сталого розвитку

Сталий розвиток – це модель економічного зростання, спрямована на задоволення людських потреб при збереженні навколишнього середовища [30].

У літературі сталий розвиток визначається як форма взаємодії суспільства і природи, яка зберігає біосферу і забезпечує виживання і невизначений розвиток людства. Неможливо говорити про сталий розвиток виключно з точки зору економічних та соціальних критеріїв. Розвиток одного компонента системи без урахування стану інших компонентів (тобто не на основі стратегії), враховуючи їх загальну взаємозалежність і взаємообумовленість, призведе як до погіршення стану інших компонентів, так і до нанесення шкоди тому компоненту, який планується розвивати [2, 4].

Суспільство розглядається як система трьох взаємопов'язаних концепцій: економічної, соціальної та екологічної. Тому розвиток однієї з них без урахування стану інших складових не розглядається як цілісний.

Розвиток суспільства не може відбуватися за рахунок здатності майбутніх поколінь задовольняти власні потреби. У цьому постулаті необхідно враховувати наявний потенціал розвитку, гарантувати його збереження та поступове зростання. З цієї точки зору, плануючи будь-який розвиток суспільства, можна говорити лише про формулювання та реалізацію стратегії сталого розвитку [6, 30].

Основними причинами критичної екологічної ситуації в нашому регіоні та в країні є застарілі технології та обладнання виробництва, висока енерго– та матеріаломісткість, висока концентрація промислових об'єктів, несприятлива структура промислового виробництва з високою концентрацією екологічно небезпечних виробництв, відсутність належних природоохоронних систем (очисних споруд, систем оборотного водопостачання тощо), існуючі очисні споруди працюють на низькому рівні, а очисні споруди працюють на низькому рівні, а також відсутність відповідної законодавчої та нормативно–правової бази.

Останніми роками споживання природних ресурсів продовжує зростати, причому найбільший вплив на довкілля протягом життєвого циклу мають продукти харчування та напої, особистий транспорт та житло (включаючи будівництво, споживання енергії, тепла та води) [2, 30].

2 МАТЕРІАЛИ І МЕТОДИ ДОСЛІДЖЕННЯ

2.1 Об'єкт дослідження

Об'єктом дослідження були природна та урбанізована складові екосистеми міста Запоріжжя.

Методи дослідження : статистичний аналіз даних.

Дослідження проводилось на основі польових спостережень, просторових аналізів геоінформаційних систем, огляду наукової літератури і аналізу вторинних даних.

З метою подальшого аналізу природної та урбанізованої складових екосистем міста, було запропоновано енергетичний аналіз на основі поняття «емергія», введеного Г. Одумом [31, 32]. Поняття «емергія» означає доступну енергію одного виду, що була попередньо використана прямо / опосередковано для вироблення продукту / послуги, виражена в одиницях одного типу енергії, а саме енергії сонця – СДж (джоулі сонячної енергії).

Емергетичний аналіз дозволяє розрахувати реальну цінність продуктів екосистеми, оскільки він враховує всю енергію, необхідну для створення даного компонента екосистеми. Цей аналіз включає ще розрахунок «індексу трансформації» [33, 34], що визначає відношення сумарної емергії до енергоємності продукту, вимірюється в одиницях СДж/Дж. Індекси трансформації використовуються для переведення енергій різних форм у показники емергії.

До природної складової екосистем відносять сонце, вітер (кінетична енергія), дощ (потенційна енергія), дощ (геопотенційна енергія), ґрунт, вода Дніпро, зелена зона [35, 36].

2.2 Статистична обробка даних

Аналіз емергії складових екосистем був проведений на основі методики, розробленої Г. Одумом [37, 38, 39]. Нами були розраховані показники та співвідношення емергії для м. Запоріжжя та його зеленої зони з метою оцінки балансу споживання і продукції емергії містом у межах 2020–2021 років.

Для проведення статистичного аналізу даних, ми розрахували індекси трансформації [38, 39] для таких показників:

Відомо, що площа зеленої зони міста становить 1823,5 га, тобто $1,82 \times 10^6 \text{ м}^2$, таким чином, енергетичний потенціал зеленої зони міста = $1,82 \times 10^7 \text{ кг/рік}$ (загальну продукцію фітоценозів) $\times 18,00 \cdot 10^6 \text{ Дж} = 32,76 \times 10^{13} \text{ Дж}$.

Для розрахунку емергії зеленої зони, необхідно визначити:

– енергію сонячного сяйва

Сонячне сяйво = $1,82 \times 10^6 \text{ м}^2 (S_{\text{зеленої зони}}) \times 4 \times 10^9 \text{ Дж/м}^2/\text{рік}$ (енергія сонячного сяйва) $\times \%$ (відсоток сонячної енергії, що фіксується рослинами) $\times 0,66$ (частина року, протягом якої відбувається активний фотосинтез) = $4,80 \times 10^{13} \text{ Дж}$; як відомо [34] індекс трансформації – 1 СДж/Дж, тоді емергія сонячного сяйва = $4,80 \times 10^{13} \text{ СДж}$.

– енергію спожитої води

Хімічна енергія спожитої води = $149 \text{ кг води/кг фітомаси} \times 1,82 \times 10^7 \text{ кг} \cdot 4940 \text{ Дж/кг}$ (енергія Гіббса води) = $0,13 \times 10^{14} \text{ Дж}$; індекс трансформації для дощу [34] – 15 423 СДж/Дж, і емергія спожитої води – $2,00 \times 10^{17} \text{ СДж}$.

– енергію ґрунту

Енергоємність еродованого ґрунту = $1,82 \times 10^6 \text{ м}^2 (S_{\text{зеленої зони}}) \times 0,02 \text{ кг/м}^2 \times 0,03$ (органічна фракція ґрунту) $\times 5400 \text{ ккал/кг} \times 4186 \text{ Дж/ккал} = 2,47 \times 10^{10} \text{ Дж}$; індекс трансформації для ґрунту – 63 000 СДж/Дж, а емергія еродованого ґрунту = $1,56 \cdot 10^{15} \text{ СДж}$.

Отже, емергія насаджень зеленої зони м. Запоріжжя становитиме: $4,80 \times 10^{13}$ СДж + $2,00 \times 10^{17}$ СДж + $1,56 \times 10^{15}$ СДж = $2,02 \times 10^{17}$ СДж, в свою чергу, індекс трансформації, з урахуванням енергетичного потенціалу зеленої зони, складатиме відношення $12,02 \times 10^{17}$ СДж : $32,76 \times 10^{13}$ Дж = $= 616,6$ СДж/Дж.

Для розрахунку емергії основних функціональних показників комплексної екосистеми (природної та урбанізованої складових) м. Запоріжжя були використані дані Географічний атлас, Регіональна доповідь про стан навколишнього природного середовища Запорізької області, Звіт про стратегічну екологічну оцінку [3, 4, 6, 40] та Інформаційний екологічний атлас Запорізької області, Екологічний паспорт Запорізької області [3,9, 10].

Енергетичний потенціал природної складової міста Запоріжжя, ми розраховували наступним чином [39]:

1) Сонце = $4,00 \times 10^9$ Дж/м²/рік (енергія сонячного сяйва) \times 331×10^6 м² (S м. Запоріжжя) = $1,324 \times 10^{18}$ Дж;

2) Вітер (кінетична енергія) = $0,5 \times 331 \times 10^6$ м² \times $1,23$ кг/м³ (щільність) \times $(5,1$ м/с)³ (середня швидкість) = $9,38 \times 10^{19}$ Дж;

3) Дощ (потенційна енергія) = 331×10^6 м² \times $0,49$ м (кількість опадів) \times 997 кг/м³ (щільність) \times 4940 Дж/кг (енергія Гіббса) = $7,98 \times 10^{14}$ Дж \approx $0,79 \times 10^{15}$ Дж;

4) Дощ (геопотенційна енергія) = 331×10^6 м² \times $0,49$ м (кількість опадів) \times 997 кг/м³ (щільність води) \times 86 м (висота над рівнем моря) \times $9,8$ м/с² (прискорення вільного падіння) = $1,4 \times 10^{14}$ Дж;

5) Ґрунт = 331×10^6 м² \times $2,26 \times 10^7$ Дж/кг \times $0,65$ кг/рік (швидкість формування Ґрунту в лісових екосистемах) \times $0,03$ (органічна фракція Ґрунту) = $1,46 \times 10^{14}$ Дж;

б) Вода Дніпро = $0,12 \times 10^{10}$ м³ /рік (витрата води) \times 1000 кг/м³ (щільність) \times 4940 Дж/кг (енергія Гіббса) = $0,59 \times 10^{17}$ Дж;

8) Забрана вода Дніпро= 181,15 млн м³/рік (об'єм забраної води)×1000 кг/м³ (щільність води)×4940 Дж/кг (енергія Гіббса) = 8,9×10¹⁴ Дж;

9) Забрана вода, підземні джерела = 45,78 млн м³/рік (об'єм забраної води) × 1000 кг/м³ (щільність води) × 4940 Дж/кг (енергія Гіббса) = 2,26×10¹⁴ Дж;

10) Спожита енергія викопного палива = 9,095×10³ т ум. пал. × 29,3 МДж ≈ 2,7×10¹¹ Дж. (Теплота згоряння 1 кг ум. пал./ 1 м³ газоподібного ум. пал. складає 29,3 МДж (7000 ккал), що майже відповідає теплоті згоряння 1 кг кам'яного вугілля;

11–14) Макроекономічні показники: імпорту = 0,3×10⁹ \$, експорту = 0,72×10⁹ \$, придбання товарів та послуг = 9,24×10⁸ \$, випуску товарів та послуг = 7,6×10¹⁰ \$ у грошових одиницях;

15) Населення: 750685 тис. осіб × 51 рік (середній вік населення) = 3,8·10⁷ люд/років;

16) 129×10⁶ кг (маса органічних відходів міста)× 5000 ккал/кг × 4186 Дж/ккал = 1,8·10¹² Дж – відходи органічної фракції; 139×10⁶ кг (маса неорганічних відходів міста) × 14200 Дж/кг (енергія Гіббса для залізної руди) = 2,91×10¹⁵ Дж – відходи неорганічної фракції;

17) Завдяки значенню ВРП (Валового регіонального продукту), можна розрахувати показник енергетичної вартості долара (енергія/долар) або індекс трансформації для долара. Чим вищий цей показник, тим більша спроможність купівлі долара в регіоні, і таким чином, регіон є менш розвинутим економічно.

Для розрахунку вартості у Сдоларах всіх компонентів урбоекосистеми, потрібно розрахувати середній індекс трансформації Сдолара для світу з врахуванням співвідношень валют:

$$\text{USDX} = 50,14348112 \times \text{USDEUR}^{0,576} \times \text{USDJPY}^{0,136} \times \text{USDGBP}^{0,119} \times \text{USDCAD}^{0,091} \times \text{USDSEK}^{0,042} \times \text{USDCHF}^{0,036} =$$

$$=50,14348112 \times 0,95^{0,576} \times 149,57^{0,136} \times 0,82^{0,119} \times 1,36^{0,091} \times 10,92^{0,042} \times 0,90^{0,036} =$$

$$106,42$$

$$\approx 1,06 \times 10^{12} \text{ Дж/\$,} \quad (2.1)$$

де: $USDEUR^{0,576}$ – відсоткове співвідношення Євро; $USDJPY^{0,136}$ – відсоткове співвідношення Японської ієни; $USDGBP^{0,119}$ – відсоткове співвідношення Фунта стерлінгів; $USDCAD^{0,091}$ – відсоткове співвідношення Канадського долару; $USDSEK^{0,042}$ – відсоткове співвідношення Шведської крони; $USDCHF^{0,036}$ – відсоткове співвідношення Швейцарського франку.

Розрахунок вартості природних ресурсів у Сдоларах дозволяє отримати їхню первісну грошову оцінку, ще до початку людського господарювання, не враховуючи економічний аналіз.

На основі отриманих показників емергії розраховують емергетичні індекси урбоекосистеми за формулами [39]:

Сума емергетичних показників природної складової міста:

$$R = \sum_{\text{емергії}} (\text{Сонце} + \text{Вітер} + \text{Дош}_{\text{потенційнаЕ}} + \text{Дош}_{\text{геопотенційнаЕ}} + \text{Ґрунт} +$$

$$\text{Вода Дніпро} + \text{Зелена зона}) \quad (2.2)$$

Сума імпортованої емергії:

$$F+I, \quad (2.3)$$

де: F – паливо; I – товари та послуги.

Сума використаної емергії:

$$U = R+F+I, \quad (2.4)$$

де: R – сума емергетичних показників природної складової міста; F – паливо; I – товари та послуги.

Частка природної емергії:

$$R/U, \quad (2.5)$$

де: R – сума емергетичних показників природної складової міста; U – сума використаної емергії.

Частка емергії палива:

$$F/U, \quad (2.6)$$

де: F – паливо; U – сума використаної емергії.

Частка імпортованої емергії палива та товарів і послуг:

$$(F+I)/U, \quad (2.7)$$

де: F+I – сума імпортованої емергії; U – сума використаної емергії.

Частка імпортованих товарів та послуг:

$$I/U, \quad (2.8)$$

де: I – товари та послуги; U – сума використаної емергії.

Різниця між імпортом та експортом:

$$(F+I)-E, \quad (2.9)$$

де: F+I – сума імпортованої емергії; E – експорт.

Співвідношення концентрованої емергії та розсіяної природної:

$$(F+I)/R, \quad (2.10)$$

де: $F+I$ – сума імпортованої енергії; R – сума енергетичних показників природної складової міста.

Співвідношення експорту та імпорту:

$$E/(F+I), \quad (2.11)$$

де: E – експорт; $F+I$ – сума імпортованої енергії.

Питома енергія споживання, $\text{СДж}/\text{м}^2$:

$$U/\text{area}, \quad (2.12)$$

де: U – сума використаної енергії; area – площа території, м^2 .

Питома енергія споживання населенням, $\text{СДж}/\text{чол.}$:

$$U/\text{pop}, \quad (2.13)$$

де: U – сума використаної енергії; pop – населення, тис. осіб.

Несуча спроможність відновної природної енергії (за умов сучасного рівня споживання), чол. :

$$R/(U/\text{pop}), \quad (2.14)$$

де: R – сума енергетичних показників природної складової міста; U/pop – питома енергія споживання населенням, $\text{СДж}/\text{чол.}$.

Несуча спроможність за умов розвинутої економіки, чол. :

$$8R/(U/\text{pop}), \quad (2.15)$$

де: $R/(U/pop)$ – несуча спроможність відновної природної емергії (за умов сучасного рівня споживання), чол..

Частка емергії продукції зеленої зони:

$$R/U, \quad (2.16)$$

де: P – емергія зеленої зони; U – сума використаної емергії.

Несуча спроможність зеленої зони:

$$P/U/pop, \quad (2.17)$$

де: P – емергія зеленої зони; U/pop – питома емергія споживання населенням, СДж/чол..

Індекс Сдолара, СДж/\$:

$$U/ВРП, \quad (2.18)$$

де: U – сума використаної емергії, ВРП – валовий регіональний продукт.

3 ЕКСПЕРИМЕНТАЛЬНА ЧАСТИНА

Аналіз функціонування екосистем м. Запоріжжя проводився за 2020–2021 роки. Для порівняння детального опису проведеного енергетичного аналізу екосистем міста Запоріжжя було взято розраховані дані цього ж аналізу по м. Києва за 2004 рік [41].

Відповідно до таблиці 3.1, порівнюючи енергію природної складової міст, ми бачимо відмінність, майже у 2–4 рази по таким показникам, як сонце, вітер, дощ (потенційна енергія), ґрунт, вода Дніпро, зелена зона. Однак, потрібно зазначити, що енергія дощу (геопотенційна енергія) м. Запоріжжя у 7 разів менше, ніж енергія м. Києва. Різниця цього показника може бути обумовлена комплексом факторів, до яких відносять висоту, місцеву географію, площу міста, кількість опадів та підземні води.

Значний енергетичний потенціал енергії має вода Дніпро, яка в м. Запоріжжя становить $2859,1 \times 10^{19}$ СДж, що майже у 3 рази більше порівняно з м. Києвом- $1040,00 \times 10^{19}$ СДж. Це може пояснити висотою над рівнем моря, проте у м. Києва цей показник складає 179 м, а у м. Запоріжжя – до 50 м. Судячи, що показник геопотенційної енергії міста Запоріжжя у 7 разів менше від столиці, то пояснення різниці у енергії води Дніпро залежить від конкретних географічних та гідрологічних умов міста.

Проаналізувавши розрахунки енергії природної складової, слід також звернути увагу, на значні значення енергії в Сдоларах для ґрунту міста Запоріжжя, який у 15 разів перевищує значення столиці. По-перше, це може пояснюватися економічними умовами, по-друге, розвитком промисловості, інфраструктурою та обсягами торгівлі.

Таблиця 3.1 – Показники енергетичного потенціалу екосистем м. Запоріжжя та м. Києва

			м. Запоріжжя		м. Київ	
Енергетичний потенціал	Показники енергії та ресурсів	Індекс трансформації	Емергія, СДж, 10^{19}	Значення в Сдоларах, 10^8	Емергія, СДж, 10^{19}	Значення в Сдоларах, 10^8
1	2	3	4	5	6	7
Енергетичний потенціал природної складової міста						
1. Сонце	$1,324 \times 10^{11}$	1 СДж/Дж	0,13	0,0014	0,33	0,0092
2. Вітер, кінетична енергія	$9,38 \times 10^{19}$	1268 СДж/Дж	1,19	0,0126	0,57	0,0156
3. Дощ, потенційна енергія	$0,79 \times 10^{15}$	15423 СДж/Дж	1,22	0,0129	4,13	0,1136
4. Дощ, геопотенційна енергія	$1,4 \times 10^{14}$	8888 СДж/Дж	0,12	0,0127	0,85	0,0233
5. Ґрунт	$1,46 \times 10^{14}$	63000 СДж/Дж	9,19	0,97	2,32	0,0637
6. Вода Дніпра	$0,59 \times 10^{17}$	48459 СДж/Дж	2859,1	30,3	1040,00	28,623
7. Зелена зона	$32,76 \times 10^{13}$	616,6 СДж/Дж	2,02	0,0214	1,15	0,0315
Енергетичний потенціал урбанізованої складової міста						
8. Забрана вода, Дніпро	$8,9 \times 10^{14}$	48459 СДж/Дж	4,3	0,4558	10,00	0,2747
9. Забрана вода, підземні джерела	$2,26 \times 10^{14}$	110000 СДж/Дж	2,5	0,0265	4,05	0,1113
10. Спожита енергія, умовне паливо	$2,7 \times 10^{11}$	40000 СДж/Дж	1080	11,45	1040,00	28,461
11. Імпорт	$0,3 \times 10^9$	$2,6 \cdot 10^{12}$ СДж/\$	7800	827	1700,00	46,714
12. Експорт	$0,72 \times 10^9$	$2,6 \cdot 10^{12}$ СДж/\$	1870	19,82	1080,00	29,571
13. Придбання товарів та послуг	$9,24 \times 10^8$	$2,6 \cdot 10^{12}$ СДж/\$	2400	25,44	1730,00	47,429

Продовження таблиці 3.1

14. Випуск товарів та послуг	$7,6 \times 10^{10}$	$2,6 \cdot 10^{12}$ СДж/\$	1970	20,88	6240,00	171,42
15. Населення	$3,8 \times 10^7$ люди/років	$3,1 \cdot 10^{16}$ СДж/люд /років	117800	1248,68	251000	6883,82
16. Тверді відходи (Органічна фракція)	$2,91 \times 10^{15}$	1800000 СДж/Дж	523,8	55,52	475,00	13,055
16. Тверді відходи (Неорганічна фракція)	$1,8 \times 10^{12}$	1800000 СДж/Дж	324	34,35	138,0	4,48
17. ВРП	$6,63 \times 10^{10}$	$1,77 \times 10^{12}$ СДж/\$	11735,1	0,00125	3787,62	0,0123

Таким чином, найбільшу енергетичну вартість серед показників природної складової мають поверхневі води (вода Дніпро), що пояснює будівництво ГЕС на річках. Наступними за величиною потенціалу виділяють значення емергії ґрунту (акумуляована органіка), емергії зеленої зони, дощу, вітру і сонця.

Незважаючи на значні показники енергії, емергія сонця ($0,13 \times 10^{19}$ СДж) і дощу, геопотенційна Е ($0,12 \times 10^{19}$ СДж) мають найменші значення.

Порівнюючи енергетичний потенціал урбанізованої складової (таблиця 3.1) екосистеми Запоріжжя та столиці України – міста Києва, слід зазначити, незначні відмінності в показниках емергії, як забрана вода, спожита енергія (умовне паливо), придбання товарів та послуг, тверді відходи (органічна та неорганічна складова).

Однак, емергія імпорту майже в 5 разів вища, ніж у столиці, емергія випуску товарів та послуг у 3 рази вища, ніж у Запоріжжі, а емергія населення у 2 рази нижча порівняно з м. Києвом. І темпи зростання емергії ВРП у 3 рази вища в Запоріжжі, ніж у столиці.

Як правило, відходи мають значний енергетичний потенціал. Порівняно з іншими альтернативними джерелами енергії (вітру, сонця),

відходи є найбільш енергомісткими, тому повторне використання сміття та їх використання як джерела енергії потребує найбільшої уваги.

Ми чітко бачимо (таблиця 3.1), що найбільші значення мають населення та ВРП (валовий регіональний продукт). Оскільки, місто Запоріжжя є промисловим центром з розвинутою металургійною, машинобудівною та енергетичною промисловістю, то це, по-перше, сприяє значному збільшенню показника ВРП через великий обсяг виробництва та експорту. І враховуючи, що місто має історичну цінність, таким чином, приваблюючи населення через робочі можливості та інші переваги міського життя. Також, Запорізька область розташована на берегах Дніпра і відіграє важливу роль, як транспортний вузол для товарів і людей. Це передусім сприяє розвитку і економічному зростанню регіону.

Проте, серед показників урбанізованої складової екосистеми міста Запоріжжя найменшу емергію складають забрані води. Це пояснюється тим, що в місті є екологічна незбалансованість, тобто відбувається великий тиск на водні ресурси через потреби самого міста, враховуючи його види промисловості, домогосподарство та інші можливі варіанти діяльності. Забруднення водойм також відіграє роль у цьому, адже, існують проблеми забруднення стічними водами і ускладнення процесів очищення води для пиття. І ще однією причиною таких значень, є неефективне використання ресурсів, що визначається втратою в системах водопостачання та недостатньої оптимізації споживання води.

Порівнюючи показники емергії природних складових двох регіонів, можна оцінити різноманіття і багатство природних умов (таблиця 3.2). Враховуючи площу м. Києва, порівняно із м. Запоріжжя, показники R , а також показники частки природної емергії R/U , можна зробити висновок про найбільший природний потенціал обох міст, завдяки протіканню річці Дніпро. Так само через незначну площу сума використаної емергії U серед двох порівнюваних регіонів буде найменшою для м. Києва.

Таблиця 3.2 – Індекси емергії урбоекосистеми міста Запоріжжя (710 052 тис. населення, площа – 331 км², 2020–2021 рр.), міста Києва (2661 тис. населення, площа – 839 км², 2004 р.)

Умовне позначення	Назва	Запоріжжя	Київ
R	Сума емергетичних показників природної складової міста	$2,87 \times 10^{22}$	$1,05 \times 10^{22}$
F+I	Сума імпортованої емергії, F – паливо, I – товари та послуги	$8,88 \times 10^{22}$	$2,74 \times 10^{22}$
U	Сума використаної емергії, R+F+I	$11,75 \times 10^{22}$	$3,79 \times 10^{22}$
R/U	Частка природної емергії	0,24	0,28
F/U	Частка емергії палива	0,092	0,27
(F+I)/U	Частка імпортованої емергії палива та товарів і послуг	0,76	0,72
I/U	Частка імпортованих товарів та послуг	0,66	0,45
(F+I)-E	Різниця між імпортом та експортом	$1,86 \times 10^{22}$	$1,66 \times 10^{22}$
(F+I)/R	Співвідношення концентрованої емергії та розсіяної природної	3,09	2,6
E/(F+I)	Співвідношення експорту та імпорту	0,21	0,39
U/area	Питома емергія споживання, СДж/м ²	$3,5 \times 10^{13}$	$4,53 \times 10^{13}$
U/pop	Питома емергія споживання населенням, СДж/чол.	$1,65 \times 10^{16}$	$1,45 \times 10^{16}$
R/(U/pop)	Несуча спроможність відновної природної емергії (за умов сучасного рівня споживання), чол.	173939 або 24,5 %	723659 або 27,8 %

Продовження таблиці 3.2

8R/(U/pop)	Несуча спроможність за умов розвинутої економіки, чол.	1391515	5789274
P/U	Частка емергії продукції зеленої зони	0,00017	0,0003
P/U/pop	Несуча спроможність зеленої зони	1224	789
U/ВРП	Індекс Сдолара, СДж/\$	$1,77 \times 10^{12}$	$3,08 \times 10^{12}$

Частка імпортованих товарів та послуг I/U також буде найменшою для Києва, що корелює із співвідношенням концентрованої та розсіяної природної емергії (F+I)/R. Отже, роль природних складових відіграє в м. Києві значну роль, порівняно із містом Запоріжжя.

Найменше значення питомої емергії споживання на одиницю площі U/area наведене для Запоріжжя, оскільки взяті дані включають як міські, так і сільськогосподарські території.

Питоме споживання емергії населенням має незначні показники для обох регіонів. Несуча спроможність відновних природних джерел енергії м. Києва (разом із зеленою зоною) складає 723 659 чоловік, або 27,8 % населення міста з їхніми потребами в природних ресурсах, викопному паливі та імпортованих продуктах. Отже, загалом природні відновні джерела енергії складають незначну частку в енергетичному балансі міських екосистем і не можуть забезпечувати сучасний рівень споживання.

Отже, урбоекосистема м. Києва і м. Запоріжжя є залежною від субсидованої енергії, їх імпорт переважає експорт майже у 3 рази. Інший індекс – несуча спроможність зеленої зони – показує, що зелена зона за сучасного рівня споживання може забезпечити життєдіяльність лише 789 людей, а місто Запоріжжя цей показник – 1224 людей. Це в свою чергу, свідчить про найбільшу вразливість зелених насаджень, оскільки вони не мають значного енергетичного потенціалу і значної економічної вартості.

З іншої сторони, завдяки значному енергетичному потенціалу, що акумулюється в містах, передусім це людський ресурс, міста виконують регулюючу роль стосовно навколишніх територій. Якщо порівнювати запаси енергії трьох різних підсистем міста – природної, економічної та соціальної, то найбільшим буде показник соціальної підсистеми міста за рахунок значного енергетичного потенціалу населення – $1,17 \times 10^{24}$ СДж (м. Запоріжжя) та $2,51 \times 10^{24}$ СДж (м. Київ), далі економічної (випуск товарів і послуг) – $1,97 \times 10^{22}$ (м. Запоріжжя) СДж і $6,24 \times 10^{22}$ СДж (м. Київ), тоді як природний запас енергії складає $1,05 \times 10^{22}$ (м. Київ) і $2,87 \times 10^{22}$ (м. Запоріжжя). Отже, з перетворенням енергії від природних до антропогенних блоків урбоекосистеми значення енергії зростає за рахунок роботи, яку виконує людина для створення товарів, послуг та інформаційних ресурсів.

4 ОХОРОНА ПРАЦІ ТА БЕЗПЕКА В НАДЗВИЧАЙНИХ СИТУАЦІЯХ

Відповідно до ст. 31 Закону України про охорону праці державне управління охороною праці в Україні здійснюють наступні органи [42]:

1. Кабінет Міністрів України. Він є вищим державним органом, що здійснює державне управління ОП;
2. Державний комітет України з нагляду за охороною праці (Держнаглядохоронпраці) як центральний орган виконавчої влади у цій сфері. З 2005 р на базі Держнаглядохоронпраці було створено Державний департамент промислової безпеки, охорони праці та гірничого нагляду (Держгірпромнагляд) при МНС;
3. Міністерства та інші центральні органи виконавчої влади;
4. Місцева держадміністрація, місцеві ради народних депутатів та органи місцевого самоврядування.

Закон містить норми прямої дії, які визначають права, обов'язки і повноваження кожного з органів.

Для розроблення і реалізації державної політики в галузі охорони життя людей на виробництві та профілактики побутового травматизму, створення системи державного управління цією галуззю при Кабінеті Міністрів України створена Національна рада з питань безпечної життєдіяльності населення.

Національна рада організовує свою діяльність на підставі Положення про національну раду з питань безпечної життєдіяльності населення, затвердженого постановою Кабінету Міністрів України від 15 вересня 1993 р. № 733. Національна рада [42]:

1. розробляє та здійснює заходи щодо створення цілісної системи державного управління охороною життя людей на виробництві та профілактики побутового травматизму, вносить на розгляд Кабінету Міністрів України пропозиції про вдосконалення цієї системи;

2. організує і забезпечує контроль за виконанням законодавчих актів і рішень Уряду України, опрацювання Національної програми і законопроектів, пов'язаних з реалізацією державної політики з питань безпечної життєдіяльності населення, подає Кабінету Міністрів України пропозиції щодо вдосконалення законодавства з цих питань;

3. координує діяльність центральних і місцевих органів державної виконавчої влади у галузі охорони життя людей на виробництві та профілактики побутового травматизму;

4. організує перевірки діяльності центральних і місцевих органів державної виконавчої влади і заслуховує на своїх засіданнях або засіданнях бюро Національної ради звіти керівників з питань, що входять до її компетенції;

5. бере участь у міжнародному співробітництві, сприяє вивченню, узагальненню та поширенню досвіду у галузі охорони життя людей на виробництві та профілактики побутового травматизму, вирішує питання контролю за виконанням укладених договорів і угод у цій галузі.

Робота на офісній техніці з погляду існування ризиків завдання шкоди здоров'ю користувачів [43].

Персональний комп'ютер. Основні шкідливі та небезпечні фактори, що можуть впливати на організм людини під час роботи з персональним комп'ютером (ПК), такі:

1. підвищений рівень електромагнітних випромінювань;
2. підвищений рівень іонізуючих випромінювань;
3. підвищений рівень статичної електрики;
4. підвищена напруженість електростатичного поля;
5. підвищена чи понижена іонізація повітря;
6. підвищена яскравість світла;
7. пряма і відбита блискітливість;
8. підвищене значення напруги в електромережі, замикання якої може статися крізь тіло людини;

9. статичні перевантаження кістково-м'язового апарату та динамічні локальні перевантаження м'язів кистей рук;
10. перенапруження зорового аналізатора;
11. розумове перенапруження;
12. емоційні перевантаження;
13. монотонність праці.

Робочі місця з візуальними дисплейними терміналами (відеотермінали, або ж ВДТ), персональними електронно-обчислювальними машинами (ПЕОМ), електронно-обчислювальними машинами (ЕОМ) розміщують на відстані не менше 1 м від стін зі світловими прорізами. Робочі місця відносно світлових прорізів повинні розміщуватися так, щоб природне світло падало збоку, переважно зліва, та забезпечувало коефіцієнт природної освітленості не нижче 1,5 %. Відстань між бічними поверхнями ВДТ має бути не меншою 1,2 м.

Відстань між тильною поверхнею одного ВДТ і екраном другого – не менше 2,5 м. Площа одного обладнаного ПЕОМ робочого місця має бути не менше 6 м².

Застосовувані в електроустановках захисні заходи умовно можна поділити на дві групи: ті, що забезпечують безпеку при нормальному режимі роботи електроустановок і ті, що забезпечують безпеку при аварійному режимі роботи.

Електрична ізоляція – це шар діелектрика або конструкція, виконана з діелектрика, котрим вкривається поверхня струмоведучих частин, або котрим струмоведучі частини відділяються одна від одної. Стан ізоляції характеризується її електричною міцністю, діелектричними втратами та електричним опором. Ізоляція запобігає протіканню струмів через неї завдяки великому опору.

Блокуванням називається автоматичний пристрій, за допомогою котрого запобігають неправильним, небезпечним для людини діям. Робочими елементами блокування можуть бути механічні пристрої, зачіпки, фігурні

вирізи (механічне блокування), блок–контакти, котрі діють на розрив електричної планки (електричне блокування), а також електромагнітне блокування.

Електричне блокування дозволяє вимикати напругу при відкриванні дверей огорожень, дверей корпусів та кожухів або при знятті кришок. При електричному блокуванні блокувальні контакти, зблоковані з дверима або кришкою, при відкриванні дверей або знятті кришки розмикають ланку живлення котушки магнітного пускача. За такої схеми обрив ланки управління та випадкове відкривання дверей не являє небезпеки, оскільки електроустановка буде знеструмленою. Розташування струмоведучих частин на недосяжній висоті або в недоступному місці забезпечує безпеку без огорожень та блокувань. Вибираючи висоту підвішування, слід враховувати можливість ненавмисного дотику до частин, що перебувають під напругою, довгими металевими предметами [43, 44].

Малі напруги. При роботі з переносними електроінструментами, а також з ручною переносною лампою при пошкодженні ізоляції та при появі напруги на корпусі підвищується небезпека ураження струмом. В таких випадках застосовуються малі напруги не вище 42 В.

Джерелами малої напруги є знижувальні трансформатори, акумулятори. Застосування автотрансформаторів або реостатів для отримання малої напруги забороняється, оскільки в цьому випадку мережа малої напруги електрично пов'язана з мережею вищої напруги.

Захисне заземлення – це навмисне електричне з'єднання з землею або з її еквівалентом металевих не струмоведучих частин, котрі можуть опинитись під напругою. Призначення захисного заземлення – усунення небезпеки ураження людей електричним струмом при появі напруги на конструктивних частинах електрообладнання, тобто при замиканні на корпус. Принцип дії захисного заземлення – зниження до безпечних значень напруг дотику та кроку, зумовлених замиканням на корпус.

Область застосування захисного заземлення – трифазові трипровідні мережі напругою до 1000 В з будь-яким режимом нейтралі.

Заземлювальний пристрій – це сукупність конструктивно об'єднаних заземлювальних провідників та заземлювача.

Заземлювальний провідник – це провідник, котрий з'єднує заземлювальні об'єкти з заземлювачем. Якщо заземлювальний провідник має два або більше відгалужень, то він називається магістраллю заземлення.

Заземлювач – це сукупність з'єднаних провідників, котрі перебувають в контакті з землею або з її еквівалентом.

Згідно з вимогами Правил улаштування електроустановок опір захисного заземлення в будь-яку пору року не повинен перевищувати:

1. 4 Ом – в установках напругою до 1 000 В;
2. 0,5 Ом – в установках напругою понад 1 000 В.

Захисному заземленню підлягають металеві не струмоведучі частини обладнання, котрі через несправність ізоляції можуть опинитись під напругою і до котрих можливі дотики людей. При цьому в приміщеннях з підвищеною небезпекою та в особливо небезпечних за умовами ураження струмом, а також в зовнішніх установках заземлення обов'язкове при номінальній напрузі електроустановки понад 42 В змінного і понад 110 В постійного струму, а в приміщеннях без підвищеної небезпеки – при напрузі 380 В та вище змінного струму; 440 В і вище – постійного струму.

Захисне вимкнення – це швидкодіючий захист, котрий забезпечує автоматичне вимкнення електроустановки при виникненні небезпеки ураження струмом. Небезпека ураження може виникнути і при замиканні фази на корпус електрообладнання при зниженні опору ізоляції фаз відносно землі нижче певної межі внаслідок пошкодження ізоляції, замикання фаз на землю, при появі в мережі більш високої напруги, внаслідок замикання в трансформаторі між обмотками вищої і нижчої напруги, при випадковому дотику людини до струмоведучих частин, котрі знаходяться під напругою.

Успіх гасіння пожежі залежить від ступеня підготовки об'єкта та навченості персоналу до дій в цих екстремальних умовах.

У разі появи ознак загоряння (диму, запаху, полум'я) кожен працівник має негайно повідомити про це органи пожежної охорони, керівника або посадову особу підприємства, а також задіяти систему оповіщення і вжити відповідних заходів щодо евакуації людей, а надалі приступити до гасіння пожежі та збереження матеріальних цінностей.

Персонал об'єкту має добре знати ознаки пожежі, а при їх появі знати свої дії, визначені посадовими інструкціями з пожежної безпеки [45].

До прибуття пожежно-рятувальної служби об'єктові ДПД мають викликати фахівців для відключення силової і світлової електричної мережі, приточно-витяжну вентиляцію, припинити живлення технологічного обладнання пожежонебезпечними речовинами та задіяти наявні засоби пожежогасіння.

Між членами ДПД, для оперативної і злагодженої дії, завчасно розподіляються обов'язки, які відображаються в таблиці оперативного розрахунку, який є додатком до оперативного плану пожежогасіння.

Посадова особа об'єкта до прибуття пожежно-рятувальної служби має видалити за межі небезпечної зони всіх працівників, що не беруть участь у ліквідації пожежі і задіяти всі наявні засоби та сили на ліквідацію загоряння.

Для успішної ліквідації загорянь у початковий період велике значення має наявність, справність, та правильне утримання засобів пожежогасіння, а також достатнє знання персоналом їхніх тактико-технічних даних та правил користування ними.

До прибуття підрозділів пожежно-рятувальної служби на персонал об'єкта покладаються тільки обов'язки щодо, описаних вище, первинних дій.

Забезпечення та контроль стану пожежної безпеки на виробничих об'єктах.

Всім відомо, що пожежі найчастіше відбуваються від безтурботного ставлення до вогню самих людей. Пожежі завдають величезний матеріальний

збиток і в ряді випадків супроводжуються загибеллю людей. Проблема загибелі людей при пожежах – це предмет особливого занепокоєння. Тому захист від пожеж є найважливішим обов'язком кожного члена суспільства і проводиться в загальнодержавному масштабі. Рішення даної проблеми вимагає реалізації комплексу наукових, технічних і організаційних завдань.

Протипожежний захист має своєю метою вишукування найбільш ефективних, економічно доцільних і технічно обґрунтованих способів і засобів попередження пожеж та їх ліквідації з мінімальним збитком при найбільш раціональному використанні сил і технічних засобів гасіння [46, 47, 48].

Пожежна безпека – це стан об'єкта, при якому виключається можливість пожежі, а в разі його виникнення використовуються необхідні заходи по усуненню негативного впливу небезпечних факторів пожежі на людей, споруди і матеріальних цінностей. Пожежна безпека може бути забезпечена заходами пожежної профілактики і активного пожежного захисту. Пожежна профілактика включає комплекс заходів, спрямованих на попередження пожежі або зменшення його наслідків. Активна пожежна безпека – заходи, що забезпечують успішну боротьбу з пожежами або вибухонебезпечною ситуацією.

Система забезпечення пожежної безпеки – це сукупність сил і засобів, а також заходів правового, організаційного, економічного, соціального і науково-технічного характеру, спрямованих на боротьбу з пожежами. Основними елементами системи забезпечення пожежної безпеки є органи державної влади, органи місцевого самоврядування, підприємства, громадяни, які беруть участь у забезпеченні пожежної безпеки.

Основними функціями системи забезпечення пожежної безпеки є:

1. Нормативне правове регулювання і здійснення державних заходів у галузі пожежної безпеки;
2. Створення пожежної охорони та організація її діяльності;
3. Розробка і здійснення заходів пожежної безпеки;

4. Реалізація прав, обов'язків і відповідальності в галузі пожежної безпеки;
5. Проведення протипожежної пропаганди та навчання населення заходам пожежної безпеки;
6. Сприяння діяльності добровільних пожежних і об'єднань пожежної охорони;
7. Залучення населення до забезпечення пожежної безпеки;
8. Науково-технічне забезпечення пожежної безпеки;
9. Інформаційне забезпечення у сфері пожежної безпеки;
10. Здійснення державного пожежного нагляду та інших контрольних функцій щодо забезпечення пожежної безпеки;
11. Виробництво пожежно-технічної продукції, виконання робіт і надання послуг у галузі пожежної безпеки;
12. Ліцензування діяльності (робіт, послуг) в галузі пожежної безпеки та сертифікація продукції і послуг у галузі пожежної безпеки;
13. Протипожежне страхування;
14. Встановлення податкових пільг та здійснення інших заходів соціального і економічного стимулювання забезпечення пожежної безпеки;
15. Гасіння пожеж та проведення пов'язаних з ними першочергових аварійно-рятувальних робіт;
16. Облік пожеж та їх наслідків;
17. Встановлення особливого протипожежного режиму.

Виробничі об'єкти відрізняються підвищеною пожежною небезпекою, тому що характеризуються складністю виробничих процесів, наявністю значних кількостей зріджених горючих газів, твердих горючих матеріалів, великою оснащеністю електричних установок та ін.

Основними причинами пожеж найчастіше бувають:

1. Порушення технологічного режиму – 33 %;
2. Несправність електрообладнання – 16 %;
3. Погана підготовка до ремонту обладнання – 13 %;

4. Самозаймання промасленого ганчір'я та інших матеріалів – 10 %.

Джерелами займання можуть бути також відкритий вогонь технологічних установок, розпечені або нагріті стінки апаратів та обладнання, іскри електрообладнання, статична електрика, іскри удару і тертя деталей машин та обладнання тощо. Крім того, джерелом запалення можуть служити порушення норм і правил зберігання пожежонебезпечних матеріалів, необережне поводження з вогнем, використання відкритого вогню факелів, паяльних ламп, куріння у заборонених місця, невиконання протипожежних заходів щодо обладнання пожежного водопостачання, пожежної сигналізації, забезпечення первинними засобами пожежогасіння та ін.

Як показує практика, аварія навіть одного великого агрегату, що супроводжується пожежею і вибухом, наприклад, у хімічній промисловості вони часто супроводжують один одному, може призвести до дуже тяжких наслідків не тільки для самого виробництва і людей, які його обслуговують, а й для навколишнього середовища. У зв'язку з цим надзвичайно важливо правильно оцінити вже на стадії проектування пожежо- і вибухонебезпечність технологічного процесу, виявити можливі причини аварій, визначити небезпечні фактори та науково обґрунтувати вибір способів і засобів пожежо- і вариво попередження і захисту.

Важливим чинником у проведенні цих робіт є знання процесів і умов горіння і вибуху, властивостей речовин і матеріалів, які застосовуються в технологічному процесі, способів і засобів захисту від пожежі і вибуху.

Заходи з пожежної профілактики поділяються на організаційні, технічні, режимні та експлуатаційні.

Організаційні заходи: передбачають правильну експлуатацію машин і внутрішньозаводського транспорту, правильне утримання будівель, території, протипожежний інструктаж.

Технічні заходи: дотримання протипожежних правил і норм при проектуванні будівель, при пристрої електропроводів і устаткування, опалення, вентиляції, освітлення, правильне розміщення обладнання.

Режимні заходи: заборона куріння у невстановлених місцях, заборона зварювальних та інших вогневих робіт у пожежонебезпечних приміщеннях тощо.

Експлуатаційні заходи: своєчасна профілактика, огляди, ремонти і випробування технологічного обладнання.

Законом «Про пожежну безпеку» підприємствам надані такі права:

1. Створювати, реорганізовувати і ліквідувати в установленому порядку підрозділи пожежної охорони, які вони утримують за рахунок власних коштів, у тому числі на основі договорів з Державною протипожежною службою;
2. Вносити до органів державної влади та органів місцевого самоврядування пропозиції щодо забезпечення пожежної безпеки;
3. Проводити роботи з встановлення причин та обставин пожеж, які сталися на підприємствах;
4. Запроваджувати заходи соціального і економічного стимулювання забезпечення пожежної безпеки;
5. Отримувати інформацію з питань пожежної безпеки, у тому числі в установленому порядку від органів управління та підрозділів пожежної охорони.

На підприємства законом також покладаються такі обов'язки:

1. Дотримуватися вимог пожежної безпеки, а також виконувати приписи, постанови та інші законні вимоги посадових осіб пожежної охорони;
2. Розробляти та здійснювати заходи щодо забезпечення пожежної безпеки;
3. Проводити протипожежну пропаганду, а також навчати своїх працівників заходів пожежної безпеки;

4. Включати в колективний договір (угоду) питання пожежної безпеки;

5. Утримувати в справному стані системи та засоби протипожежного захисту, включаючи первинні засоби гасіння пожеж, не допускати їх використання не за призначенням;

6. Створювати та утримувати відповідно до встановлених норм органи управління та підрозділи пожежної охорони, у тому числі на основі договорів з Державною протипожежною службою;

7. Сприяти пожежній охороні при гасінні пожеж, встановленні причин і умов їх виникнення та розвитку, а також при виявленні осіб, винних у порушенні вимог пожежної безпеки та виникненні пожеж;

8. Надавати в установленому порядку при гасінні пожеж на територіях підприємств необхідні сили і засоби, паливно-мастильні матеріали, а також продукти харчування та місця відпочинку для особового складу пожежної охорони, що бере участь у виконанні бойових дій по гасінню пожеж, і залучених до гасіння пожеж сил;

9. Забезпечувати доступ посадових осіб пожежної охорони, при здійсненні ними службових обов'язків на території, в будівлі, споруди і на інші об'єкти підприємств;

10. Надавати на вимогу посадових осіб Державної протипожежної служби відомості та документи про стан пожежної безпеки на підприємствах, в тому числі про пожежну небезпеку виробленої ними продукції, а також про що відбулися на їхній території пожежі та їх наслідки;

11. Негайно повідомляти в пожежну охорону про виниклі пожежі, несправності наявних систем і засобів протипожежного захисту, про зміну стану доріг та проїздів.

Згідно з Правилами пожежної безпеки на кожному підприємстві наказом (інструкцією) повинен бути встановлений відповідний їх пожежної небезпеки протипожежний режим у тому числі:

1. Визначено та обладнано місця для куріння;

2. Визначено місця і допустима кількість одноразово перебувають у приміщеннях сировини, напівфабрикатів та готової продукції;

3. Встановлено порядок збирання горючих відходів і пилу, зберігання промасленого спецодягу;

4. Визначено порядок знеструмлення електрообладнання у разі пожежі і після закінчення робочого дня.

Повинні бути регламентовані:

1. Порядок проведення тимчасових вогневих та інших пожежонебезпечних робіт;

2. Порядок огляду і закриття приміщень після закінчення роботи;

3. Дії працівників при виявленні пожежі;

4. Визначено порядок і терміни проходження протипожежного інструктажу та занять з пожежно–технічного мінімуму, а також призначені відповідальні за їх проведення.

У будинках і спорудах (крім житлових будинків) при одноразовому знаходженні на поверсі більше 10 осіб мають бути розроблені і на видних місцях вивішені плани (схеми) евакуації людей на випадок пожежі, а також передбачена система (установка) оповіщення людей про пожежу.

Керівник об'єкта з масовим перебуванням людей (50 чоловік і більше) на додаток до схематичного плану евакуації людей при пожежі зобов'язаний розробити інструкцію, визначальну дії персоналу щодо забезпечення безпечної та швидкої евакуації людей, за якою не рідше одного разу на півріччя повинні проводитися практичні тренування всіх задіяних для евакуації працівників.

Для об'єктів з нічним перебуванням людей (дитячі сади, школи-інтернати, лікарні тощо) в інструкції повинні передбачатися два варіанти дій: у денний і в нічний час.

Керівники підприємств, на яких застосовуються, переробляються і зберігаються небезпечні (вибухонебезпечні) сильнодіючі отруйні речовини, зобов'язані повідомляти підрозділам пожежної охорони дані про них,

необхідні для забезпечення безпеки особового складу, який залучається для гасіння пожежі та проведення першочергових аварійно-рятувальних робіт на цих підприємствах.

Територія підприємств у межах протипожежних розривів між будівлями, спорудами та відкритими складами, повинна своєчасно очищатися від горючих відходів, сміття, тари, опалого листя, сухої трави. Горючі відходи, сміття слід збирати на спеціально виділених майданчиках у контейнери або ящики, а потім вивозити.

Протипожежні розриви між будівлями і спорудами, штабелями лісу, пиломатеріалів, інших матеріалів та обладнання не дозволяється використовувати під складування матеріалів, обладнання і тари, для стоянки транспорту і будівництва (установки) будівель і споруд [49].

Дороги, проїзди, під'їзди і проходи до будівель, споруд, відкритих складів і вододжерел, використовувані для пожежогасіння, підступи до стаціонарних пожежних драбин і пожежного інвентаря повинні бути завжди вільними, утримуватися в справному стані, а взимку бути очищеними від снігу і льоду.

Для всіх виробничих та складських приміщень повинні бути визначені категорії вибухопожежної та пожежної небезпеки, а також клас зони за Правилами улаштування електроустановок, які слід позначати на дверях приміщень.

Близько обладнання, що має підвищену пожежну небезпеку, слід вивішувати стандартні знаки (аншлаги, таблички) безпеки.

Одна з умов забезпечення пожежо- і вибухобезпеки будь-якого виробничого процесу – ліквідація можливих джерел займання.

Основними причинами пожеж в побуті є:

1. Необережне поводження з вогнем при палінні і приготуванні їжі;
2. Використання електропобутових приладів, теле-, відео- і аудіотехніки не адаптованих до вітчизняної електромережі або несправних;

3. Проведення електрогазозварювальних робіт при ремонтних роботах у квартирах;
4. Дитячі пустощі з вогнем;
5. Діяльність комерційних структур працюють з порушеннями правил пожежної безпеки та ін.

Для попередження розповсюдження пожежі з однієї будівлі на інше між ними влаштовують протипожежні розриви. При визначенні протипожежних розривів виходять з того, що найбільшу небезпеку у відношенні можливого займання сусідніх будівель і споруд представляє теплове випромінювання від вогнища пожежі. Кількістю прийнятої теплоти сусіднім з палаючим об'єктом, будівлею залежить від властивостей палива і температури полум'я, величини випромінюючої поверхні, площі світлових прорізів, групи займистості огорожувальних конструкцій, наявності протипожежних перепон, взаємного розташування будівель, метеорологічних умов та ін. [49, 50].

До протипожежних перешкод відносять стіни, перегородки, перекриття, двері, ворота, люки, тамбур-шлюзи і вікна. Протипожежні стіни повинні бути виконані з негорючих матеріалів, мати межу вогнестійкості не менше 2,5 годин і спиратися на фундаменти. Протипожежні стіни розраховують на стійкість з урахуванням можливості однобічного обвалення перекриттів і інших конструкцій при пожежі.

Протипожежні двері, вікна і ворота в протипожежних стінах повинні мати межу вогнестійкості не менше 1,2 години, а протипожежні перекриття не менше 1 години. Такі перекриття не повинні мати отворів через які можуть проникати продукти горіння при пожежі.

При проектуванні будинків необхідно передбачити безпечну евакуацію людей на випадок виникнення пожежі. При виникненні пожежі люди повинні покинути приміщення протягом мінімального часу, який визначається найкоротшою відстанню від місця їх знаходження до виходу назовні.

Кількість евакуаційних виходів з будівель, приміщень та з кожного поверху будинків визначається розрахунком, але має становити не менше двох.

Евакуаційні виходи повинні розташовуватися розосереджено. При цьому ліфти та інші механічні засоби транспортування людей при розрахунках не враховують. Ширина ділянок шляхів евакуації повинна бути не менше 1 м, а дверей на шляхах евакуації не менш 0,8 м. Ширина зовнішніх дверей сходових кліток повинна бути не менше ширини маршу сходів, висота проходу на шляхах евакуації – не менше 2 м. При проектуванні будинків і споруд для евакуації людей повинні передбачатися такі види сходових клітин та сходів: незадимлювані сходові клітини (сполучені із зовнішньою повітряною зоною або обладнані технічними пристроями для підпору повітря); закриті клітини з природним освітленням через вікна у зовнішніх стінах; закриті сходові клітини без природного освітлення; внутрішні відкриті сходи (без огорожувальних внутрішніх стін); зовнішні відкриті сходи. Для будинків з перепадами висот слід передбачати пожежні драбини [50].

ВИСНОВКИ

1. Отримані результати щодо емергії функціонування природної складової міста Запоріжжя визначають, що серед всіх показників найменші значення мають емергія сонця ($0,13 \times 10^{19}$ СДж) і дощу, геопотенційна Е ($0,12 \times 10^{19}$ СДж), тоді як найбільшу енергетичну вартість становлять поверхневі води (вода Дніпро) – $30,3 \times 10^8$ СДж, що обумовлена будівництвом ГЕС на річках. Значення таких показників пояснюється економічними умовами, розвитком промисловості, інфраструктурою та обсягами торгівлі, що безпосередньо впливають на навколишнє природне середовище.

2. Розрахунок урбанізованої складової міста показав, що найбільшу емергію складають населення (117800×10^{19} СДж) та ВРП ($11735,1 \times 10^{19}$ СДж). Причиною таких показників в тому, що місто Запоріжжя є промисловим центром області, яке включає металургійну, машинобудівну та енергетичну промисловість, таким чином, збільшуючи ВРП через обсяг виробництва і його експорту. І маючи історичну цінність та роль транспортного вузла, приваблюючи людей, а також сприяє розвитку і економічному зростанню самого міста.

3. Слід зазначити, що емергія сонця і дощу мають найнижчі показники, у зв'язку з обмеженими можливостями використання сонячних технологій у довкіллі, та завдяки меншій придатності природного середовища для збору дощової води через відсутність самих систем. Однак, в урбанізованій складовій – емергія населення створює великий вплив як соціальний, так і економічний на місто, та враховуючи емергію ВРП може створювати центр економічної активності. Емергія забраної води, яка при розрахунках є найменшою, визначається рядом таких причин, як відсутність ефективного управління цим ресурсом, реалізації технології очищення та «повторного» використання води.

ПРАКТИЧНІ РЕКОМЕНДАЦІЇ

1. Використовувати таку методологію, як мультидисциплінарний підхід, що охоплює аспекти таких галузей знань: екологію, географію, економіку, соціологію та технологію для більш комплексного уявлення про екосистеми міста і подальших розробок у вирішенні проблем.

2. Результати даного дослідження можуть бути використані в дисципліні «Моделювання та прогнозування довкілля» для створення комп'ютерних моделей, які будуть містити прогноз розвитку екосистеми міста при різних впливах, як людської діяльності, так і природних процесів.

3. Енергетичний аналіз важливо також буде використовувати в дисциплінах «Стратегія сталого розвитку» і «Моніторинг довкілля», впроваджуючи стратегії сталого розвитку, котрі будуть спрямовані передусім на збереження природних ресурсів, зменшення забруднення та підвищення якості населення в цілому. Оновлюючи стратегії відповідно до результатів постійного моніторингу природного навколишнього середовища при подальшій урбанізації.

ПЕРЕЛІК ПОСИЛАНЬ

1. Профіль міста Запоріжжя. Додаток 1 до Стратегії розвитку міста Запоріжжя до 2028 року. Запоріжжя, 2017. С. 81.
2. Регіональна доповідь про стан навколишнього природного середовища у Запорізькій області у 2018 році. Запорізька обласна державна адміністрація. Департамент екології та природних ресурсів. м. Запоріжжя, 2019 р. С. 289.
3. Інформаційний екологічний атлас Запорізької області. Державне управління охорони навколишнього природного середовища в Запорізькій області. ГІС центр «Містобудівник». Запоріжжя, 2012. 59 с.
4. Регіональна доповідь про стан навколишнього природного середовища Запорізької області у 2020 році. Запорізька обласна державна адміністрація. Департамент захисту довкілля м. Запоріжжя, 2021 р. С. 276.
5. Стан довкілля в Запорізькій області. Інформаційно – аналітичний огляд. Запорізька обласна державна адміністрація. Департамент захисту довкілля. Вересень 2020. С. 20.
6. Звіт про стратегічну екологічну оцінку Стратегії регіонального розвитку Запорізької області на період до 2027 року. 2018. С. 52.
7. Стратегічний аналіз соціально-економічного розвитку Запорізької області (виконано в межах розробки проекту Стратегії регіонального розвитку Запорізької області на період до 2027 року. 2017. С. 159.
8. Екологічний профіль Запорізької області. 2014. С. 26.
9. Екологічний паспорт Запорізької області. 2020. С. 185.
10. Екологічний паспорт Запорізької області. 2021. С. 164.
11. Дідух Я.П., Альошкіна У.М. Оцінка енергетичного балансу екосистем м. Києва та його зеленої зони. *Український фітоценологічний збірник*. Сер. С, вип. 25. Київ, 2007. С. 48–56.

12. Урбаністична екологія 2019 URL: <https://studfile.net/preview/7828277/page:6/>.
13. Шабанов Д.А., Кравченко М.О. Екологія: біологія взаємодії: підручник. 2021. URL: <https://batrachos.com/help-booksecology>.
14. Яковшина Т.Ф. Адаптація ЄС до змін клімату та стійкі урбоекосистеми: навчальний посібник. Дніпро: ПДАБА. 2023. 109 с.
15. Дідух Я. П., Альошкіна У. М. Класифікація екотопів міста Києва. Наукові записки. Том 54. *Біологія та екологія*. 2006. С. 50–57.
16. Davies, С.Е., Moss D., Hill M.. EUNIS Habitat Classification. Revised 2004. *Report to European Environment Agency, European Topic Centre on Nature Protection and Biodiversity*. 2004. 310 p.
17. Donită N., Popescu A., Paucă-Comănesku M., Mihăileску S., Biriú I. *Habitatele din România*. Bucureşti: Editure Tehnică Silvică. 496 p.
18. Stanova V., Valachovich M. (eds.) *Katalog Biotopov Slovenska*. DAPHNE. Institut aplikovanej ekologie: Bratislava, 2002. 225 p.
19. Альошкіна У.М. Поширення та характеристика рідкісних біотопів м. Києва. *Ukr. Botan. Journ.*, 2011, vol. 68, № 1. С. 76-90.
20. Revisiting Biodiversity and Ecosystem Functioning through the Lens of Complex Adaptive Systems Alexandra M. Correia and Luís F. Lopes *Diversity* 2023, 15, 895 P. 22. URL: <https://doi.org/10.3390/d15080895>.
21. Головань Л.В., Корх В.І. Екологічні фактори урбанізованого довкілля. Харківський національний аграрний університет ім. В.В. Докучаєва *Сучасний стан науки в сільському господарстві та природокористуванні: теорія і практика*. 20 листопада 2020 р. С. 54–56.
22. Emergy analysis of paddy farming in Hunan Province, China: A new perspective on sustainable development of agriculture YI Ting, XIANG Ping-an *Journal of Integrative Agriculture*. 2016, 15(10). P. 2426–2430. DOI: 10.1016/S2095-3119(16)61375-8.
23. Emergy Analysis and Ecological Spillover as Tools to Quantify Ecological Compensation in Xuchang City, Qingyi River Basin, China Huiqin Li,

Cuimei Lv, Minhua Ling, Changkuan Gu, Yang Li, Zening Wu and Denghua Yan *Water* 2021, 13, P. 414. DOI :<https://doi.org/10.3390/w13040414>.

24. Підвищення ефективності сонячних колекторів. / С.М. Шкрильова, В.К. Костенко. 5-й Міжнародний конгрес «Захист навколишнього середовища. Енергоощадність. Збалансоване природокористування»: збірник матеріалів. Львів : Видавництво Львівської політехніки, 2018. 202 с.

25. «Геліосистема допоміжного теплопостачання для шахтного підприємства» шифр «Сонячний колектор»: студентська наукова робота на Всеукраїнський конкурс студентських наукових робіт з природничих, технічних і гуманітарних наук. Галузь науки «Екологія» 2020. С. 21.

26. Атлас енергетичного потенціалу відновлюваних джерел енергії України / за заг. ред. С.О. Кудрі. Київ: Інститут відновлюваної енергетики НАН України, 2020. 82 с.

27. Енергетика, радіаційна безпека та захист довкілля від фізичних забруднень. Загальний курс: навч. посібник / В.В. Сабадаш, І.М. Петрушка, М.С. Мальований, О.А. Нагурський. Львів: Видавництво Львівської політехніки, 2014. 296 с.

28. Плюсы и минусы солнечных станций. URL: <https://www.solargarden.com.ua/ru/plyusy-i-minusy-solnechnyh-elektrostantsiy/>.

29. Олейко В. М., Стрельбицька Н. Є. Енергетичний потенціал НВДЕ областей України. Тернопільський національний економічний університет, м. Тернопіль, № 3, 85. 2011. С. 35–42. URL: <https://www.researchgate.net/publication/271369998>.

30. Звіт про стратегічну екологічну оцінку програми економічного і соціального розвитку Запорізької міської територіальної громади на 2023 рік. Додаток 4 до Програми економічного і соціального розвитку Запорізької міської територіальної громади на 2023 рік С. 50.

31. Odum H. T. *Environmental Accounting, Emergy and Environmental Decision Making*. John Wiley, New York, NY, USA, 1996. 370 p.

32. Emergy Analysis of Sustainable Development of Rural Tourism from the Perspective of Rural Revitalization Jing Zhou H. Mallick et al. (Eds.): ICEMCI 2022, AEBMR 668, pp. 782–791, 2023. DOI: https://doi.org/10.2991/978-94-6463-098-5_89.
33. Economic growth of green agriculture and its influencing factors in china: Based on emergy theory and spatial econometric model Zhaoliang Li · Minghao Jin · Jianwei Cheng. *Environment, Development and Sustainability*. 24 February 2021. DOI: <https://doi.org/10.1007/s10668-021-01307-1>.
34. Odum, H. T., Odum, E. P. The energetic basis for valuation of ecosystem services. *Ecosystems*, V 3. 2000. P. 21–23.
35. Embracing fine-root system complexity to improve the predictive understanding of 1 ecosystem functioning Bin Wang, M. Luke McCormack, Daniel M. Ricciuto¹, Xiaojuan Yang¹, and Colleen M. Iversen. October 8, 2022. DOI: <https://doi.org/10.1101/2022.10.07.511037>.
36. Екологія:dtv–Atlas: пер. з 4–го нім. вид. / наук. ред. пер. В.В. Серебряков. Київ: Знання–Прес, 2001. 287 с.
37. Emergy Analysis of Agricultural Ecosystem in Shouguang City, Shandong Province Lin Mu, Yan Wang, Tianhong Zhao, and Jian Ma IOP *Conf. Series: Earth and Environmental Science*, 603. 2020. DOI: <https://doi.org/10.1088/1755-1315/603/1/012022>
38. Ecological Emergy Analysis of Different Paddy Ecosystems in Hunan Province ZHOU Jiang, XIANG PingAn. 2018, 51(23). P. 4496–4513. *Scientia Agricultura Sinica*. DOI: 10.3864/j.issn.0578-1752.2018.23.009.
39. Campbell D. E., Meisch M., Demoss Th., Pomponio J., Bradley P. Keeping the book for environmental systems: an emergy analysis of West Virginia. *Environ. Monit. Assess*, V. 94. 2004. P. 217–230.
40. Запорізька область: географічний атлас: моя батьківщина: видання 2–е, випр. і доп. відпов. редактор Т.В. Погурельська. Київ: ТОВ «Видавництво «Мапа», 2002, 2004. 20 с.

41. Альошкіна У. М. Емергетичний аналіз функціонування екосистем м. Києва. Інститут ботаніки ім. М. Г. Холодного НАН України. *Урбоекологія. Екологія та ноосферологія*. 2008. Т. 19, № 1–2. С. 78–85.
42. Основи охорони праці: підручник. 2-ге видання / К.Н. Ткачук, М.О. Халімовський, В.В. Зацарний та ін. Київ : Основа, 2006. 448 с.
43. Охорона праці: навч. посіб. / З.М. Яремко, С.В. Тимошук, О.І. Третяк, Р.М. Ковтун. Львів : Видавничий центр ЛНУ імені Івана Франка, 2010. 374 с.
44. Кошель В. І., Поплавський О. П. Основи охорони праці: навчальний посібник. / укладачі: В. І. Кошель, О. П. Поплавський. Івано–Франківськ, 2014. С. 228.
45. Охорона праці (Законодавство. Організація роботи): навч. посіб. / за заг. ред. к.т.н., доц. І. П. Пістуна. Львів : «Тріада плюс», 2010. 648 с.
46. Охорона праці (практикум): навч. посіб. / за заг. ред.. к.т.н., доц.. І. П. Пістуна. Львів : «Тріада плюс», 2011. 436 с.
47. Лабораторний практикум з курсу «Основи охорони праці» / В. В. Березуцький, Т. С. Бондаренко, Л. А. Васьковець та ін. Харків: Факт, 2005. 348 с.
48. Катренко Л.А., Кіт Ю.В., Пістун І.П. Охорона праці: курс лекцій. (практикум) навч. посіб. Суми : Університетська книга, 2009. 540 с.
49. Основи охорони праці:. / В.В. Березуцький, Т.С. Бондаренко, Г.Г. Валенко та ін.. Харків : Факт, 2005. 480 с.
50. Серіков Я. О. Основи охорони праці: навч. посіб. Харків, ХНАМГ, 2007. 227с.

**Декларація
академічної доброчесності
здобувача вищої освіти ЗНУ**

Я Свердленко Дмитро Олексійович, студент 2 курсу, групи 8.1012, форми навчання денна, факультету біологічного, спеціальність 101 Екологія, адреса електронної пошти dima.sverdlenko5@gmail.com,

– підтверджую, що написана мною кваліфікаційна робота на тему «Енергетичний аналіз функціонування екосистем м. Запоріжжя / Energy analysis of the functioning of Zaporozhie's ecosystems»

відповідає вимогам академічної доброчесності та не містить порушень, що визначені у ст. 42 Закону України «Про освіту», зі змістом яких ознайомлений;

– заявляю, що надана мною для перевірки електронна версія роботи є ідентичною її друкованій версії;

згоден на перевірку моєї роботи на відповідність критеріям академічної доброчесності у будь-який спосіб, у тому числі за допомогою інтернет-системи, а також на архівування моєї роботи в базі даних цієї системи.

Дата _____

Підпис _____

Свердленко Д. О.

Дата _____

Підпис _____

Горбань В.В.