

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
ЗАПОРІЗЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
ІНЖЕНЕРНИЙ НАВЧАЛЬНО-НАУКОВИЙ
ІНСТИТУТ ім. Ю. М. ПОТЕБНІ
Кафедра інформаційної економіки, підприємництва та фінансів
(повна назва кафедри)

Кваліфікаційна робота(проект)

магістра
(рівень вищої освіти)

на тему Розробка інформаційної системи екомоніторингу в рамках концепції Інтернету речей

Виконав: студент 2 курсу, групи 8.0511-іе-з
спеціальності 051 Економіка
(код і назва спеціальності)

спеціалізації _____
(код і назва спеціалізації)

освітньої програми Інформаційна економіка
(назва освітньої програми)

О. О. Мороз
(ініціали та прізвище)

Керівник проф., д.е.н., доц. Глушевський В.В
(посада, вчене звання, науковий ступінь, прізвище та ініціали)

Рецензент проф., д.е.н., доц. Клопов І.О.
(посада, вчене звання, науковий ступінь, прізвище та ініціали)

Запоріжжя
2022

**МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
ЗАПОРІЗЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ**

Інженерний навчально-науковий інститут ім. Ю. М. Потебні
Кафедра інформаційної економіки, підприємництва та фінансів
Рівень вищої освіти магістр
Спеціальність 051 Економіка

(код та назва)

Спеціалізація _____

(код та назва)

Освітня програма Інформаційна економіка

ЗАТВЕРДЖУЮ

Завідувач кафедри Шапуров О.О.

« _____ » _____ 20 ____ року

З А В Д А Н Н Я
НА КВАЛІФІКАЦІЙНУ РОБОТУ (ПРОЄКТ) СТУДЕНТОВІ
(СТУДЕНТЦІ)

Мороз Олександр Олександрович

(прізвище, ім'я, по батькові)

1. Тема роботи (проекту) Розробка інформаційної системи екомоніторингу в рамках концепції Інтернету речей

керівник роботи Глуцевський В. В., д.е.н., доц.

(прізвище, ім'я, по батькові, науковий ступінь, вчене звання)

затверджені наказом ЗНУ № 1446-с від «25» жовтня 2022 року

Строк подання студентом роботи 03.12.22

2. Вихідні дані до роботи інформаційні потоки процесу екологічного моніторингу

3. Зміст розрахунково-пояснювальної записки (перелік питань, які потрібно розробити) 1. Теоретичні аспекти та сучасні тенденції екологічного моніторингу. 2. Розробка інформаційної системи екологічного моніторингу. 3. Проектна реалізація технології створення інформаційної системи екомоніторингу в рамках концепції інтернету речей.

4. Перелік графічного матеріалу (з точним зазначенням обов'язкових креслень) Дерево проблем проекту. Дерево цілей проекту. Контекстна діаграма створення нової системи екологічного моніторингу. Декомпозиція аналізу систем екомоніторингу. Декомпозиція створення приладу екомоніторингу.

5. Консультанти розділів роботи

Розділ	Прізвище, ініціали та посада консультанта	Підпис, дата	
		завдання видав	завдання прийняв
1	доцент, д.е.н. професор кафедри інформаційної економіки, підприємництва та фінансів Глущевський В.В.	17.09	19.10
2	доцент, д.е.н. професор кафедри інформаційної економіки, підприємництва та фінансів Глущевський В.В.	19.10	29.10
3	доцент, д.е.н. професор кафедри інформаційної економіки, підприємництва та фінансів Глущевський В.В.	29.10	16.11

6. Дата видачі завдання 17.10.22**КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН**

№ з/п	Назва етапів кваліфікаційної роботи	Строк виконання етапів роботи	Примітка
1	Призначення наукових керівників. Затвердження тем дипломних робіт	25.10.2022	
2	Напрацювання теоретичного матеріалу: дослідження сутності об'єкту та предмету дослідження, критичний аналіз існуючих методологічних засад, вибір та обґрунтування напрямку проведення дослідження	29.10.2022	
3	Апробація результатів на Міжнародних та Всеукраїнських конференціях	5.11.2022	
4	Розробка економіко-математичного забезпечення основних елементів концептуального підходу	19.11.2022	
5	Збір та систематизація статистичного та нормативного матеріалу дослідження.	30.11.2022	
6	Узагальнення отриманих результатів. Оформлення роботи	01.12.2022	
7	Надання роботи та автореферату до рецензії. Нормоконтроль	03.12.2022	
8	Прилюдний захист дипломної роботи на засіданні ЕК	16.12.2022	

Студент _____
(підпис)О. О. Мороз
(ініціали та прізвище)Керівник роботи (проєкту) _____
(підпис)В. В. Глущевський
(ініціали та прізвище)**Нормоконтроль пройдено**Нормоконтролер _____
(підпис) (ініціали та прізвище)

АНОТАЦІЯ

Мороз О. О. Розробка інформаційної системи екомоніторингу в рамках концепції Інтернету речей.

Кваліфікаційна випускна робота для здобуття ступеня вищої освіти магістра за спеціальністю 051 – Економіка, науковий керівник В. В. Глущевський. Інженерний навчально-науковий інститут ім. Ю. М. Потебні ЗНУ, кафедра інформаційної економіки, підприємництва та фінансів, 2022.

Магістерська робота присвячена розробці технології створення інформаційної системи екомоніторингу в рамках концепції Інтернету речей. В роботі досліджено системи екологічного моніторингу в сучасних умовах; обґрунтовано необхідність розробки інформаційної системи екомоніторингу в рамках концепції Інтернету речей; розроблено модель структури даних інформаційної системи екомоніторингу; виконано проєктну реалізацію програмно-апаратного модуля Інтернету речей інформаційної системи екомоніторингу». Вперше створено програмно-апаратного модуль Інтернету речей інформаційної системи екомоніторингу; Уточнено принципи проектування та етапи технології створення інформаційної системи екомоніторингу; інструментарій покращення функціональних можливостей інформаційної системи екомоніторингу. Дістали подальшого розвитку теоретичні та методичні засади технології створення інформаційної системи екомоніторингу в рамках концепції Інтернету речей.

Ключові слова: ЕКОМОНІТОРИНГ, ІНФОРМАЦІЙНА СИСТЕМА, ІНТЕРНЕТ РЕЧЕЙ, МОДЕЛЬ СТРУКТУРИ ДАНИХ, НАВКОЛИШНЕ СЕРЕДОВИЩЕ.

SUMMARY

Moroz O. O. Development of the economonitoring information system within the concept of the Internet of Things.

Qualifying graduation thesis for obtaining a master's degree in higher education, specialty 051 - Economics, supervisor V.V. Hlushchevskii. Engineering Educational and Scientific Institute named after Yu. M. Potebny ZNU, Department of Information Economy, Entrepreneurship and Finance, 2022.

The master's thesis is devoted to the development of the technology for creating an information system of eco-monitoring within the concept of the Internet of Things. The paper examines the environmental monitoring systems in modern conditions; the need to develop an information system of economonitoring within the framework of the concept of the Internet of Things is substantiated; a model of the data structure of the economonitoring information system was developed; the project implementation of the software and hardware module of the Internet of Things information system of economonitoring has been completed." For the first time, the hardware and software module of the Internet of Things of the economonitoring information system was created"; The design principles and stages of the technology for creating an information system of economonitoring have been clarified; toolkit for improving the functionality of the economonitoring information system. The theoretical and methodical foundations of the technology of creating an information system of economonitoring within the concept of the Internet of Things were further developed.

Keywords: ECO-MONITORING, INFORMATION SYSTEM, INTERNET OF THINGS, DATA STRUCTURE MODEL, ENVIRONMENT.

ЗМІСТ

ВСТУП.....	7
РОЗДІЛ 1 ТЕОРЕТИЧНІ АСПЕКТИ ТА СУЧАСНІ ТЕНДЕНЦІЇ ЕКОЛОГІЧНОГО МОНІТОРИНГУ	9
1.1. Дослідження систем екологічного моніторингу в сучасних умовах	9
1.2. Методи та технології екологічного моніторингу.....	15
1.3. Висновки до розділу 1.....	24
РОЗДІЛ 2 РОЗРОБКА ІНФОРМАЦІЙНОЇ СИСТЕМИ ЕКОЛОГІЧНОГО МОНІТОРИНГУ.....	25
2.1. Комплексний аналіз процесу екологічного моніторингу	25
2.2. Обґрунтування інформаційної системи екомоніторингу в рамках концепції Інтернету речей	35
2.3. Висновки до розділу 2.....	45
РОЗДІЛ 3 ПРОЄКТНА РЕАЛІЗАЦІЯ ТЕХНОЛОГІЇ СТВОРЕННЯ ІНФОРМАЦІЙНОЇ СИСТЕМИ ЕКОМОНІТОРИНГУ В РАМКАХ КОНЦЕПЦІЇ ІНТЕРНЕТУ РЕЧЕЙ.....	46
3.1. Модель структури даних інформаційної системи екомоніторингу	46
3.2. Розробка програмно-апаратного модуля Інтернету речей інформаційної системи економоніторингу	63
3.3. Висновки до розділу 3.....	76
ВИСНОВКИ.....	77
СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ.....	78
ДОДАТОК.....	83

ВСТУП

Зростання автомобілізації та розвиток промислових підприємств згубно позначається на навколишньому середовищі. Зміст шкідливих речовин та вуглекислого газу зріс на 10 % за останні 10 років. З цієї причини відстеження та моніторинг цих показників у реальному часі з різних локацій може суттєво вплинути на екологічну обстановку у конкретній галузі. Для вирішення цієї проблеми необхідно розробити модель системи Інтернет-речей, яка дозволить обробляти дані якості навколишнього середовища у різних точках міста та реагувати на їх зміну.

У зв'язку з вищесказаним *актуальність* дослідження полягає у затребуваності використання технологій Інтернет-речей у світі, а також екологічної обстановки, що погіршується, в містах.

Об'єкт дослідження: процеси екомоніторингу навколишнього середовища.

Предмет дослідження: технологія створення інформаційної системи екомоніторингу в рамках концепції Інтернету речей.

Метою дослідження є розробка технології створення інформаційної системи екомоніторингу в рамках концепції Інтернету речей.

Для досягнення мети були поставлені та вирішені такі *завдання:*

1. Досліджено системи екологічного моніторингу в сучасних умовах.

2. Обґрунтовано необхідність розробки інформаційної системи екомоніторингу в рамках концепції Інтернету речей.

3. Розроблено модель структури даних інформаційної системи екомоніторингу.

4. Виконано проектну реалізацію програмно-апаратного модуля Інтернету речей інформаційної системи екомоніторингу.

Методи дослідження. Теоретичні: аналіз, порівняння, систематизація та узагальнення наукової літератури вітчизняних і зарубіжних авторів, електронних ресурсів для з'ясування стану розробленості проблеми розробки інформаційної системи екомоніторингу в рамках концепції Інтернету речей; методи системного аналізу для визначення видо-типологічної класифікації та принципів проектування системи екомоніторингу; порівняльний аналіз для вибору програмного забезпечення розробки системи екомоніторингу; синтез для розробки моделі структури даних інформаційної системи екомоніторингу; *емпіричні:* тестування для аналізу зручності користування інформаційною системою.

Наукова новизна одержаних результатів полягає у наступному:

вперше:

– створено програмно-апаратного модуль Інтернету речей інформаційної системи екомоніторингу;

уточнено:

– принципи проектування та етапи технології створення інформаційної системи екомоніторингу;

– інструментарій покращення функціональних можливостей інформаційної системи екомоніторингу;

дістали подальшого розвитку:

– теоретичні та методичні засади технології створення інформаційної системи екомоніторингу в рамках концепції Інтернету речей.

Результати теоретичного аналізу проблеми розробки інформаційної системи екомоніторингу в рамках концепції Інтернету речей пройшли апробацію на Всеукраїнській науково-практичній конференції за участю молодих науковців «Актуальні питання сталого науково-технічного та соціально-економічного розвитку регіонів України».

РОЗДІЛ 1

ТЕОРЕТИЧНІ АСПЕКТИ ТА СУЧАСНІ ТЕНДЕНЦІЇ ЕКОЛОГІЧНОГО МОНІТОРИНГУ

1.1. Дослідження систем екологічного моніторингу в сучасних умовах

За часів науково-технічної революції люди стали мати справу з зростаючим за масштабами і глибиною руйнівним впливом на природне середовище своєю господарською та іншою діяльністю. Ця подія викликає підвищений інтерес до вивчення екологічних проблем, пошук науково обґрунтованих заходів, спрямованих на покращення відносин суспільства та природи.

Більшість країн, особливо високорозвинені, усвідомили небезпеку екологічної катастрофи та вкладають значні кошти у покращення екологічної безпеки своєї промисловості, сільського та комунального господарства. Але все ж таки жодна з цих країн не досягла поставленої мети: характер впливу високотехнологічних економік на довкілля змінюється, але їх загальний вплив у жодному випадку не знижується і часто стає ще небезпечнішим. Населення збільшується, провокуючи зростання споживання та необхідність кількісного зростання всіх видів виробництва, що є базою для нового імпульсу зростання населення [1].

Сучасна фундаментальна наука не знає способів та технологій, які змогли б забезпечити майбутнє зростання економіки для задоволення основних потреб населення, що збільшується без руйнування біосфери Землі. Більш того, доведено, що ціла низка техногенних впливів на біосферу провокує втрату її стійкості, провокує втрату рівноваги сформованих кругообігів речовини, енергії та інформації, внаслідок чого може початися спонтанний процес саморуйнування біосфери як саморегульованої системи.

В умовах фактора зростаючого антропогенного впливу на природу,

гостро постає не лише питання боротьби за здоров'я людини та збереження природного середовища, а вже складніше питання про стратегію цієї боротьби, про оптимальні можливості використання ресурсів біосфери.

Для збереження біологічного ресурсу біосфери мають бути науково визначено режими його використання, які забезпечують збереження високої якості як біосфери загалом, і всіх її екологічних систем [2].

У цій ситуації особливо важливою є об'єктивна інформація про поточний стан біосфери та прогнози про її майбутнє. У зв'язку з цим виникла проблема організації спеціальних систем спостереження, оцінки та прогнозу стану природного середовища у місцях інтенсивного антропогенного впливу та у глобальному масштабі.

Екологічна проблема – це зміна природного середовища в результаті діяльності людини, що веде до порушення структури та функціонування природи. Це проблема антропогенного характеру. Інакше кажучи, вона проявляється внаслідок несприятливого впливу людини на природу.

Поширені проблеми екології [3, 4]:

– вирубка лісів. У багатьох країнах зростає вирубка лісів, внаслідок чого зазнають знищення сотні гектарів зеленої зони.

Майже всі лісові екосистеми змінюються внаслідок створення сільськогосподарських угідь. Це призводить до витіснення багатьох видів флори і фауни з їх місць проживання. Порушується кругообіг води, клімат стає сухішим і утворюється парниковий ефект;

– забруднення повітря. Викиди промислових відходів посилюють стан атмосфери. Негативне для повітря згорання автомобільного палива, а також спалювання вугілля, нафти, газу, деревини. Шкідливі частки забруднюють озоновий шар та руйнують його. Перебуваючи в атмосфері, вони викликають кислотні дощі, ті в свою чергу негативно впливають на землю та водойми. Вище перелічені фактори без винятку є причиною онкологічних та серцево-судинних захворювань населення, а також

вимирання тварин. Ще забруднення повітря впливає на перетворення клімату, посилення глобального потепління та збільшення ультрафіолетового сонячного випромінювання;

– засмічення вод та ґрунту. Індустріальні та побутові відходи засмічують підземні води, а також ґрунт. Умови посилює те, що в державі надзвичайно незначна кількість водоочисних споруд, а більшість устаткування, що використовується, застаріло. Крім цього аграрна техніка та добрива виснажують ґрунти. Є інша проблема – це засмічення морів нафтопродуктами, що розлилися. Щорічно річки та озера засмічують відходи хімічної промисловості. Перелічені проблеми призводять до дефіциту питної води, оскільки більшість джерел непридатні навіть до вживання води у технічних цілях. Ще це призводить до руйнування екосистем, вимирають окремі види тварин, риб та птахів;

– побутові відходи. У середньому одного жителя припадає 400 кг твердих побутових відходів на рік. Єдиний варіант – це переробка відходів (папір, скло тощо). Підприємств у сфері утилізації або переробки відходів існує у країні досить недостатньо;

– радіоактивне забруднення. Радіоактивні витoki є непереборною частиною природної катастрофи, що наближається. Атомні електростанції частково нешкідливі до тих пір, поки на них не відбуваються аварії, на яких радіоактивні частинки вивільняються та перемішуються з повітрям, водою, ґрунтами, згодом потрапляють у організм разом з водою, їжею та повітрям. Самі трагедії трапляються дуже швидко, у той час як їх наслідки стійкі і завдають величезної шкоди ще протягом тривалого періоду [1];

– руйнування заповідних зон та браконьєрство. Ця беззаконна активність призведе до загибелі як окремих видів флори та фауни, так і ліквідації екосистем загалом.

Проблема стану здоров'я населення. Розглядаючи різноманітні природні проблеми, слід звернути увагу на проблеми погіршення стану

здоров'я населення. Головні прояви цієї проблеми наступні:

- деградація генофонду та мутації;
- збільшення чисельності спадкових захворювань та патологій;
- багато захворювань набувають хронічного характеру;
- погіршення санітарно-гігієнічних умов проживання окремих верств населення;
- збільшення чисельності наркоманів та алкоголезалежних людей;
- підвищення рівня дитячої смертності;
- зростання чоловічого та жіночого безпліддя;
- регулярні епідемії;
- збільшення числа хворих на рак, алергії, серцево-судинні захворюваннями.

Цей список можна продовжувати довго. Дані проблеми зі здоров'ям є ключовим наслідком погіршення стану навколишнього середовища. Якщо не вирішувати екопроблеми, то кількість хворих буде збільшуватися, а чисельність населення регулярно скорочуватиметься [5].

Про погіршення стану екології в Україні за останні 5 років говорять частіше (31%), ніж про покращення (23%) населення. Це впливає з підсумків опитування присвяченого екології. У 2018 році 27% опитаних вважали, що екологія погіршується. Особливо песимістично були налаштовані у 2010 році – тоді погіршення у сфері захисту довкілля примічали 43% респондентів. Дані представлені на рисунку 1.1.

Відповідальність за стан екології громадяни переважно покладають на місцеву (30%) та обласну (23%) владу. Далі респонденти говорять про відповідальність самих громадян (21%), профільних відомств та служб (Міністерство захисту довкілля та природних ресурсів (Міндовкілля))(8%), державна влада (7%), громадських організацій та промислових підприємств (по 3%). Дані представлені рисунку 1.2.

ЯК ЗМІНИЛАСЯ ЕКОЛОГІЧНА СИТУАЦІЯ У ВАШОМУ НАСЕЛЕНОМУ ПУНКТІ, МІСЦЕВОСТІ ЗА ОСТАННІ 5 РОКІВ ?

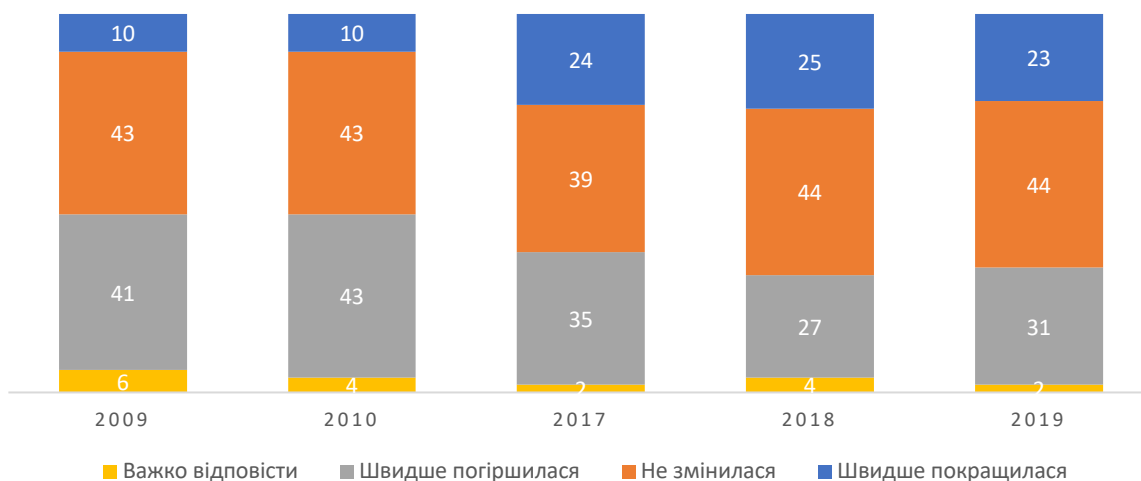


Рисунок 1.1 – Дані опитування щодо зміни екологічної обстановки

ХТО МАЄ НЕСТИ ОСНОВНУ ВІДПОВІДАЛЬНІСТЬ ЗА СТАН ЕКОЛОГІЇ У ВАШОМУ НАСЕЛЕНОМУ ПУНКТІ?

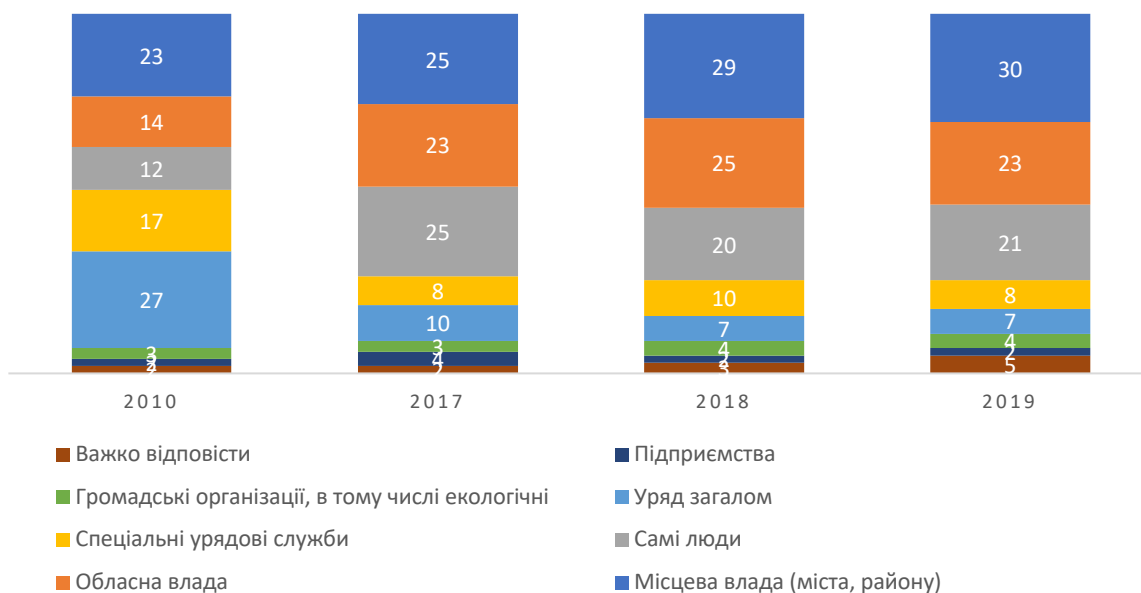


Рисунок 1.2 – Дані опитування про відповідальність за стан екології

З опитаних 10% вважають, що державна влада робить досить багато для вирішення екологічних проблем, також 36% не вважають що результати є надзвичайно значними. Третина респондентів, 33%, не спостерігають фактичні результати роботи влади, а 15% вважають, що проблеми в екологічній сфері нарастають. Дані представлені на рисунку 1.3.

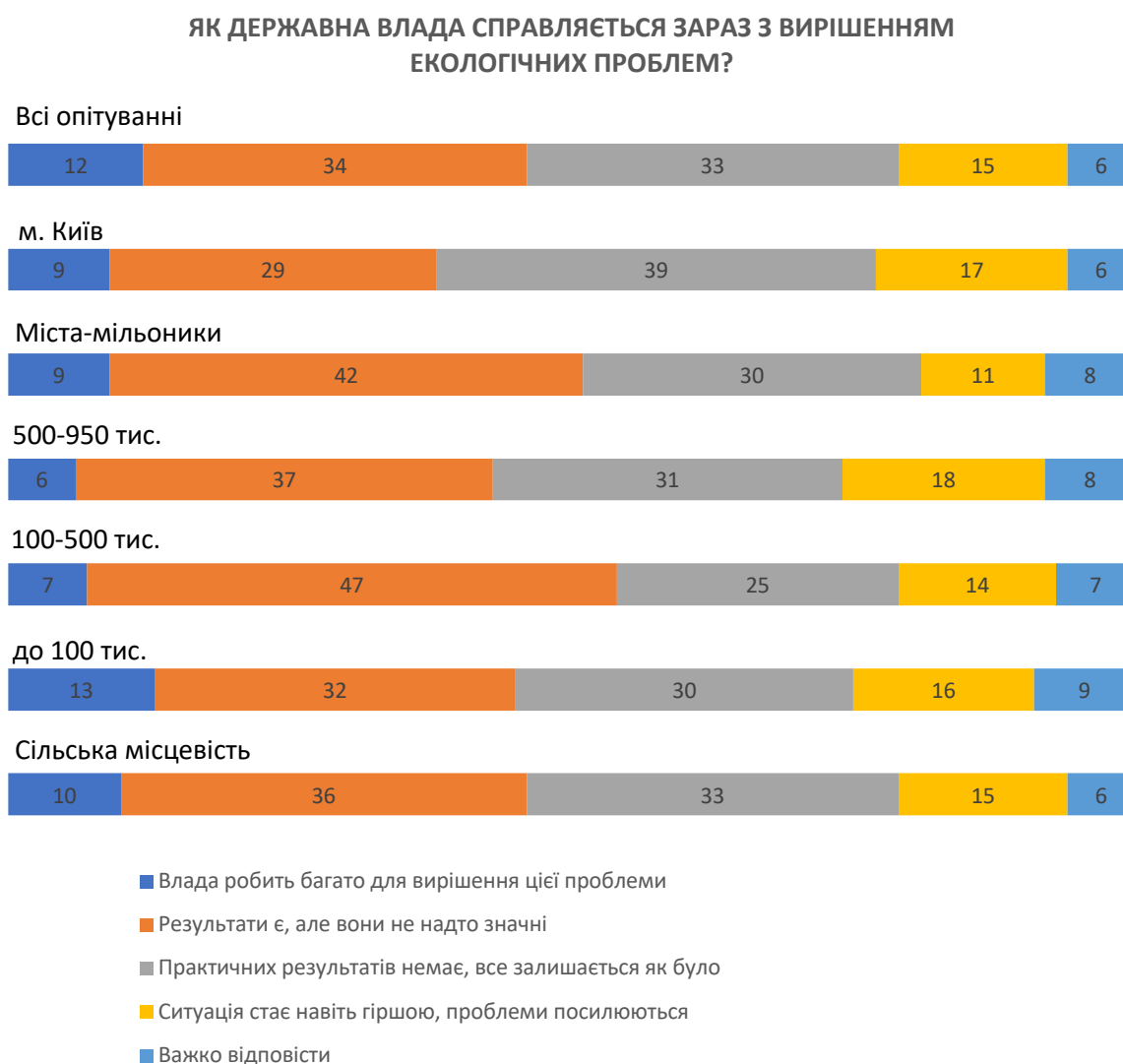


Рисунок 1.3 – Дані опитування про здатність влади регулювати екологічні проблеми

Серед найгостріших екологічних проблем респонденти називають забруднення повітря (22%), сміттєзвалища (16%), брудні річки та озера (13%), невчасне вивезення сміття (11%), погана якість водопровідної води

та проблеми з озелененням парків та лісів (по 6%). П'ята частина респондентів, 21% не бачать значних екологічних проблем на сьогоднішній день.

Дані представлені рисунку 1.4 [5, 6].



Рисунок 1.4 – Дані опитування про найважливіші екологічні проблеми

1.2. Методи та технології екологічного моніторингу

Екологічний моніторинг – інформаційна система спостережень, оцінки та прогнозу змін у стані навколишнього середовища, створена з метою виділення антропогенної складової цих змін на фоні природи процеси.

Об'єкти екологічного моніторингу: вода, земля, ґрунт.

Види екологічного моніторингу:

- фоновий екологічний моніторинг (спостереження за біосферою);
- локальний екологічний моніторинг (спостереження за антропогенними змінами певних об'єктів);
- біомоніторинг (оцінка стану екосистем; проводиться в

заповідниках);

– аерокосмічний (оцінка стану екосистеми за знімками, зафіксований з літаків чи космічних апаратів).

Головними завданнями екологічного моніторингу є [7, 8]:

- моніторинг за факторами антропогенного впливу;
- моніторинг за станом природного середовища та тими процесами, що відбуваються в ньому під впливом факторів антропогенної дії;
- оцінка фактичного стану природного середовища;
- моніторинг за джерелами антропогенного впливу;
- моніторинг зміни стану природного середовища під впливом факторів антропогенного впливу та оцінка прогнозуемого стану природного середовища.

Екологічні моніторинги довкілля можуть організовуватись на рівні промислового об'єкта, міста, району, області.

Автоматизувати процес моніторингу – одне з найголовніших завдань сучасної екології. Було придумано безліч різних способів для відстеження стану середовища, але не всі подібні дані знаходяться в відкритому доступі.

Методи екологічного моніторингу. Залежно від точності результатів, які потрібно отримати при проведенні моніторингу за тим чи іншим компонентом, явищем, процесом, від середовища, в якому проходять дослідження, доступних фінансових та інших засобів, використовують різні методи моніторингу.

Як відомо, перші автоматичні системи стеження за параметрами довкілля були створені у військових та космічних програмах. У 1950-ті рр. в системі ППО США вже використовували сім ешелонів автоматичних буїв, що плавають у Тихому океані, але найвражаюча автоматична система з контролю якості довкілля була, безсумнівно, реалізована в «Лунохід». Одним з основних джерел даних для екологічного моніторингу є матеріали дистанційного зондування (ДЗ). Вони об'єднують усі типи даних,

одержуваних з носіїв [7]:

- пілотовані (космічні орбітальні станції, кораблі багаторазового використання, автономні супутникові знімальні системи. і т.п.);

- авіаційного базування (літаки, гелікоптери та мікроавіаційні радіокеровані апарати) і становлять значну частину дистанційних даних як антоніма контактних (насамперед наземних) видів зйомок, способів отримання даних вимірювальними системами в умовах фізичного контакту з об'єктом зйомки;

- до неконтактних (дистанційних) методів зйомки, крім аерокосмічних, відносяться різноманітні методи морського (на водного) та наземного базування, включаючи, наприклад, фототеодолітну зйомку, електромагніторозвідку та інші методи геофізичного зондування надр, гідроакустичні зйомки рельєфу морського дна за допомогою гідролокаторів бічного огляду, інші способи, засновані на реєстрації власного або відбитого сигналу хвильової природи.

Аерокосмічні (дистанційні) методи екологічного моніторингу включають систему спостереження за допомогою літаків, аеростатних засобів, супутників та супутникових систем, а також систему обробки даних дистанційного зондування.

Для космічного екологічного моніторингу доцільно орієнтуватися насамперед на полярно-орбітальні метеорологічні супутники: американські супутники серій *NOAA*, *Landsat*, *SPOT*.

Супутникові дані дистанційного зондування дозволяють вирішувати наступні завдання контролю стану довкілля [11-17]:

- визначення метеорологічних характеристик: вертикальні профілі температури, інтегральні характеристики вологості, характер хмарності іт. д.);

- контроль динаміки атмосферних фронтів, ураганів, отримання карт великих стихійних лих;

- визначення температури підстилаючої поверхні, оперативний контроль та класифікація забруднень ґрунту та водної поверхні;
- виявлення великих або постійних викидів промислових підприємств;
- контроль техногенного впливу на стан лісопаркових зон;
- виявлення великих пожеж і виділення пожежонебезпечних зон в лісах;
- виявлення теплових аномалій і теплових викидів великих виробництв та ТЕЦ у мегаполісах;
- реєстрація димних шлейфів від труб;
- моніторинг та прогноз сезонних паводків та розливів річок;
- виявлення та оцінка масштабів зон великих повеней;
- контроль динаміки снігових покривів та забруднень снігового покриву у зонах впливу промислових підприємств.

Метою обробки даних дистанційного зондування (ДЗ) є отримання знімків або зображень з необхідними радіометричними та геометричними характеристиками. Розглянемо основні етапи обробки даних. У випадку обробка даних дистанційного зондування включає три етапи:

- попередня обробка – прийом супутникових даних, запис їх на магнітний носій, декодування та коригування, перетворення даних безпосередньо у зображення або космічний знімок або у формати, зручні для подальших видів обробки;
- первинна обробка – виправлення спотворень, спричинених нестабільністю роботи космічного апарату та датчика, а також географічна прив'язка зображення з накладенням на нього сітки координат, зміна масштабу зображення та подання зображення у необхідній географічній проекції (геокодування);
- вторинна (тематична) обробка – цифровий аналіз із застосуванням статистичних методів обробки, візуальне дешифрування та інтерпретація в

інтерактивному чи повністю автоматизованому режимі.

Поява глобальної комп'ютерної мережі Інтернет та розробка передових інформаційних технологій відкрили новий етап розвитку космічного екологічного моніторингу [14, 15]. Особливістю нового етапу є широке використання телекомунікаційної інфраструктури, а також гіпертекстових та інтерактивних інформаційних технологій, які надзвичайно перспективні у дистанційному моніторингу стану довкілля. Актуальною є також проблема інтегрування національних інформаційних ресурсів з навколишнього середовища, створення регіональних баз даних та розширення електронних колекцій з результатів космічного екологічного моніторингу

Фізико-хімічні методи виконують безліч різних завдань та в свою чергу поділяються на різні методи:

- якісні методи;
- кількісні методи;
- гравіметричний метод. Суть методу полягає у визначенні маси та процентного вмісту будь-якого елемента, іона чи хімічного з'єднання, що знаходиться в випробуваній пробі;
- титриметричний (об'ємний) метод. У цьому виді аналізу зважування замінюється виміром об'ємів, як речовини, що визначається, так і реагенту, що використовується при даному визначенні;
- колориметричні методи. Колориметрія – один з найпростіших методів абсорбційного аналізу Він ґрунтується на зміні відтінків кольору досліджуваного розчину залежно від концентрації;
- експрес-методи. До експрес методів відносяться інструментальні методи, що дозволяють визначити забруднення за короткий час. Ці методи широко застосовуються для визначення радіаційного фону, системі моніторингу повітряного та водного середовища;
- потенціометричні методи ґрунтуються на зміні потенціалу

електрода в залежності від фізико-хімічних процесів, що протікають у розчині.

Біоіндикація – метод, який дозволяє судити про стан довкілля за фактом зустрічі, відсутності, особливостями розвитку організмів-біоіндикаторів. Біоіндикатори – організми, присутність, кількість чи особливості розвитку яких є показниками природних процесів, умов чи антропогенних змін середовища проживання [18].

Для обробки даних екомоніторингу використовуються методи розпізнавання образів, методи обчислювальної та математичної біології (у в тому числі і математичне моделювання), а також широкий спектр інформаційні технології.

Для управління територіями з урахуванням екологічних факторів необхідно формування екологічної оцінки території. Проблема в тому, що стан території відстежується десятками мереж спостережень різних відомств і описується безліччю різнорідних показників, різноманітних відомчих географічних типологіях. Це дозволяє визначити показники відомчих мереж спостережень, які мають значні ваги на заданому рівні достовірності, інформативні за цим фактором, а також отримати комплексні оцінки, що відображають сукупну реакцію індикаторів та узагальнені фактори впливів.

Географічні інформаційні системи (ГІС) є відображенням загальної тенденції прив'язування екологічних даних до просторових об'єктів. Як вважають деякі фахівці, подальша інтеграція ГІС та екологічного моніторингу призведе до створення потужних ЕІС (екологічних інформаційних систем) з щільною просторовою прив'язкою [19-24].

Технології для екологічного моніторингу. В епоху великих даних важливо зібрати якомога більше інформації, щоб одержати якісні висновки на основі її аналізу. Моніторинг та оцінка стану навколишнього середовища є актуальною для будь-яких міст, але це особливо «гаряче» питання для

великих міст та міст з промисловим виробництвом.

Аналіз якості повітря. В ідеалі було б добре вимірювати та оцінювати якнайбільше параметрів. Але якщо починати з малого, майже скрізь уже можна розгорнути мережу з компактних та недорогих пристроїв, здатних проводити вимірювання та оцінювати склад повітряного середовища у містах, використовуючи датчики CO та CO_2 .

Насправді іноді навіть важливо вловити не лише гази, а й їхній рух. Тому потрібно встановити якнайбільше датчиків, щоб відстежувати потоки переміщення. В аеропорту Хітроу у Лондоні проводили подібне дослідження та дивилися, як загазованість з аеропорту переміщається по місту, як вона зникає, вивірюється. Потрібно моделювати стан міста в залежності не тільки від складу газів, а від напрямку вітру та інших параметрів.

Ще один простий приклад використання технологій інтернету речей в екомоніторингу, це міжнародний проект *SmartSantander* в Іспанії. В рамках цього проекту на міському транспорті було встановлено датчики вихлопних газів, мініатюрні системи моніторингу. Муніципальний транспорт фактично створював динамічну карту екостану міста.

Звичайно, застосовуючи таку технологію, потрібно враховувати перешкоди та фон, тому що сам автобус теж випромінює якісь гази. Проте це вже вирішуване питання.

Запобігання пожежам. Перед тим, як при займанні з'являється безпосередньо полум'я, спочатку виділяється дим. А до появи диму виділяється газ, який складається з H_2 – водню та CO . Це продукт розпаду будь-яких горючих матеріалів. Таким чином, якщо вдається детектувати цей газ можна спрогнозувати появу пожежі.

Технології екомоніторингу: датчики та сенсори. Для екологічного моніторингу можуть застосовуватися технології: датчики та виконавчі пристрої, вбудовані системи, бездротові технології передачі даних,

семантичні технології, хмарні технології, машинне навчання, технології забезпечення безпеки [25].

Щодо зовнішнього вигляду, основна тенденція – прагнення до мініатюризації. Під «розумним» датчиком розуміємо вбудовану систему з функціями вимірювань, обробки даних (мікроконтролер), бездротовий передачі даних та джерелом живлення. Датчики зазвичай пов'язані один з одним за допомогою бездротових технологій: вони можуть бути організовані в бездротову сенсорну мережу або передавати дані безпосередньо користувачеві.

З погляду принципу роботи датчики діляться на кілька типів [26]. Для завдання детектування пожеж, наприклад, використовуються каталітичні датчики. У датчику нагрівається чутливий елемент – тонка платиноалюмінієва спіраль, і якщо в повітрі є, наприклад, метан або якийсь інший газ, то на поверхні датчика відбувається процес окиснення. І провідність цього датчика відразу збільшується. За рахунок цього можемо виміряти опір цього датчика, який корелює з тим, що вловлюємо у повітрі. Тобто сенс у тому, що вловивши який-то газ, змінюється опір датчика, це детектується, і на основі цього можемо зробити висновок про вміст газу, тому що певний відгук датчика відповідає певній концентрації газу в середовищі.

Такі датчики можна використовувати для визначення різних типів горючих газів. Але важливо, щоб ці гази були саме пальними, щоб вони могли спалахнути на чутливому елементі та поміняти опір датчика. І, звісно, потрібно відкалібрувати датчик під певний газ.

Існують також оптичні датчики. Вони складаються з мініатюрних передавача світла та приймача. І ось коли між ними потрапляє, наприклад, якийсь газ, світло на приймачі змінюється. У нормальних умовах середовища в повітрі світло поширюється з однією довжиною хвилі, а якщо у повітрі є газ, довжина хвилі зміниться. За цим параметром також можна

зрозуміти, які зміни відбулися в середовищі та якої концентрації газу це відповідає [25, 26].

Технології екомоніторингу: передача даних. Якщо говоримо про бездротові сенсорні мережі, то на кожному пристрої в таких мережах є три основних компоненти: датчик, мікроконтролер – малоспоживаючий процесор і бездротовий чіп. Завдяки цьому датчики, або сенсорні модулі можуть між собою перемовлятися. Сенсорні модулі передають сигнал один від одного через бездротову мережу. Ці бездротові мережі відрізняються від звичайних технологій *WiFi* тим, що вони формують маленькі пакети даних і споживають набагато менше енергії: якщо *WiFi* чіп споживає близько ста міліампер, мережа *LoRa* споживає в режимі передачі даних близько шести міліампер [27].

Технологія *LoRa* – метод модуляції в бездротових мережах, який забезпечує міжмашину взаємодію на відстані до 15 км при мінімальному споживання електроенергії [28].

Вся інформація вирушає до єдиного центру, де за ситуацією слідкує оператор. І якщо щось відбувається, у нього спливає вікно із сповіщенням, що десь, наприклад, перевищено концентрацію. Такі рішення найчастіше впроваджені на фабриках чи заводах. В автоматичному режимі може спрацьовувати аудіо сирена або візуальна сирена, все залежить від завдань і конкретної вже імплементації кожної системи.

Також важливо налаштовувати систему зворотного зв'язку, яка буде реагувати на зміни навколишнього середовища. Існує ряд виконавчих пристроїв, які можуть відключати потенційні джерела забруднення чи витоку газу. Такими пристроями можуть бути клапани чи вентиля з інтегрованими бездротовими технологіями.

Такі пристрої необхідно розробляти з урахуванням бездротових технологій для автоматичної актуалізації. Датчик може перебувати в радіусі кількох десятків метрів, і як тільки щось детектуємо, потрібно щоб цей

пристрій негайно спрацьовував – наприклад, клапан відразу ж закривався. А у багатьох великих компаніях, наприклад, у нафтогазових, архітектура таких систем дуже ієрархічна. І поки датчик перешле важливу інформацію через який-небудь хаб користувачеві, поки це все там проаналізується, поки це все вирушить назад або, наприклад, хтось піде його закривати, то вже десять разів усе може вибухнути. Тому потрібна автономна, розумна реакція на події [27].

1.3. Висновки до розділу 1

Більшість країн, особливо високорозвинені, усвідомили небезпеку екологічної катастрофи та вкладають значні кошти у покращення екологічної безпеки своєї промисловості, сільського та комунального господарства. Але все ж таки жодна з цих країн не досягла поставленої мети: характер впливу високотехнологічних економік на довкілля змінюється, але їх загальний вплив у жодному випадку не знижується і часто стає ще небезпечнішим.

1. Визначено поширені проблеми екології, а саме: вирубка лісів, забруднення повітря, засмічення вод та ґрунту, побутові відходи, радіоактивне забруднення, руйнування заповідних зон та браконьєрство.

2. Встановлено, що відповідальність за стан екології громадяни переважно покладають на місцеву (30%) та обласну (23%) владу, відповідальність самих громадян (21%), профільних відомств та служб (8%), державна влада (7%), громадські організації та промислові підприємства (по 3%).

3. Досліджено методи екологічного моніторингу. Визначено переваги та недоліки існуючих методологій екологічного моніторингу.

РОЗДІЛ 2

РОЗРОБКА ІНФОРМАЦІЙНОЇ СИСТЕМИ ЕКОЛОГІЧНОГО МОНІТОРИНГУ

2.1. Комплексний аналіз процесу екологічного моніторингу

Стан природного середовища зазнає постійних змін. Дані процеси мають різний характер, вони відрізняються за своєю спрямованістю та величині, нерівномірно розподілені у просторі та в часу.

Природні, природні зміни стану біосфери мають дуже важливою особливістю – в екосистемах великого масштабу і середовищі великому інтервалі часу зміни відбуваються, як правило, біля деякого середнього щодо стабільного рівня стану. Для прикладу можна привести відносну сталість кліматичних характеристик великих регіонів, природного складу різних середовищ, характеру круговороту речовин у природі, глобальної біологічної продуктивності, стану великих екологічних систем [5].

Такі середні значення можуть глобально змінюватися лише протягом тривалих інтервалів часу (вимірюваних багатьма тисячами років). Винятки становлять зміни, викликані стихійними лихами катастрофічного характеру (виверження вулканів, землетруси, урагани).

Однак ці зміни мають своєрідний локальний характер. Зовсім іншу особливість мають антропогенні зміни стану природного середовища, які стали дуже важливими в останні десятиліття у зв'язку з великою технічною та енергоозброєністю людини.

Антропогенні зміни призводять в окремих випадках до різкої, швидкоплиної зміни середнього стану природного середовища в даному регіоні. Ці зміни можуть бути поділені на навмисні та ненавмисні. До навмисних антропогенних змін стану природного середовища слід віднести

суттєві зміни, спрямовані на задоволення потреб людського суспільства, – розробка сільськогосподарських угідь, меліорація земель, будівництво міст та селищ. До ненавмисних, негативних змін стану природного середовища слід віднести збіднення великих масивів земель, загибель або суттєву трансформацію екосистем великих озер, забруднення Світового океану нафтопродуктів.

Негативні результати антропогенних впливів, як правило, пов'язані з помилками в технічній політиці, низькою вивченістю ефектів антропогенного впливу, використання природного середовища як розсіювача шкідливих речовин та полігону їх поховання.

У ситуації, що склалася, є надзвичайно важливою (як для негайних практичних дій, так і для планування на тривалу перспективу) організація контролю стану природного середовища, її безперервних змін та визначення тенденцій у її змінах [12].

Контроль потрібен як за природними змінами стану навколишнього природного середовища, так і за змінами, спричиненими антропогенними впливами, що накладаються на природні зміни, котрий іноді посилюються ними.

Контролем природних змін стану природного середовища вже багато років займаються різні геофізичні служби: метеорологічні, гідрологічні, агрометеорологічні, служби спостереження за станом морів та океанів та інші.

У зв'язку з необхідністю виявити антропогенні зміни стану природного середовища виникла потреба в організації системи моніторингу спеціальної системи спостереження та аналізу стану природного середовища насамперед забруднень та ефектів, що викликаються ними в біосфері.

Влітку 2020 року Запорізька обласна державна адміністрація опублікувала інформаційно-аналітичний огляді про стан довкілля в

Запорізькій області, що дозволяє в комплексі оцінити екологічну обстановку в області [32].

Аналіз стану атмосферного повітря здійснено на основі даних спостережень за вмістом забруднюючих речовин у м. Запоріжжя на 5 постах спостереження Запорізького обласного центру з гідрометеорології, та даних, отриманих від Державної установи «Запорізький обласний лабораторний центр Міністерства охорони здоров'я України»

Згідно з доповіддю, спостереження за забрудненням повітря проводились на 5 постах у місті.

Перелік постів спостереження:

пост № 9 – ринок соцміста, Дніпровський район;

пост № 10 – міська лікарня № 10, Вознесенівський район;

пост № 11 – вул. Миру, 1, Вознесенівський район;

пост № 12 – вул. Шкільна, 24а, Олександрівський район;

пост № 13 – провулок Черкаський, 19, Дніпровський район.

Середньомісячні концентрації шкідливих речовин у серпні 2020 року в цілому по місту перевищували ГДК по двооксиду азоту – у 2,0 рази, по фенолу – у 2,3 рази, по формальдегіду – у 2,0 рази. Максимальні концентрації перевищували максимально-разові ГДК по фенолу у 10,6 %, по двооксиду азоту у 0,7 %, по пилу 1,3% випадків [32].

Екологічна обстановка в Запорізькій області знаходиться під впливом промислових підприємств і автомобільного транспорту.

У Запорізькій області найбільший внесок в забруднення атмосферного повітря вносять викиди ЗР від стаціонарних джерел ПАТ «Запоріжсталь» та ВП Запорізька ТЕС АТ «ДТЕК ДНІПРОЕНЕРГО» [33].

Основний внесок у забруднення атмосферного повітря м. Запоріжжя вносять промислові підприємства, а саме: ПАТ «Запоріжсталь», ПрАТ «Дніпроспецсталь», АТ «Запорізький завод феросплавів», ПрАТ «Український графіт», ПрАТ «Запорізький абразивний комбінат», ПрАТ

«Запоріжжкокс», ТОВ «Запорізький титано-магнієвий комбінат», ПрАТ «Запоріжвогнетрив», ПрАТ «Запорізький завод зварювальних флюсів та скловиробів» та ін. [34].

Останні кілька років стабільним зростанням відрізнялася автомобілізація економіки та населення Запорізького краю. Найбільше скупчення автомобільного транспорту характерне для центральної частини міста.

Така ситуація склалася через специфіку розташування автодорожніх мостів, які з'єднують правий і лівий береги, а також застарілу дорожню систему та низькій рівень автодорожнього обслуговування.

Зелені зони м. Запоріжжя не повністю відповідають вимогам, які пред'являються до зон відпочинку. До позитивних моментів відноситься достатня стійкість до інтенсивних рекреаційних навантажень, різноманітність породного складу, а також високі показники ландшафтних та естетичних характеристик.

Основними зеленими зонами м. Запоріжжя є:

- Центральний парк «Дубовий гай»;
- Каскад фонтанів «Веселка»;
- Парк Перемоги.

У зв'язку з вищеописаними даними, розглянемо дану проблему через визначення заінтересованих сторін.

Аналіз зацікавлених сторін. Зацікавлена сторона – особа, група чи організація, яка може впливати, на яку можуть вплинути або яка може сприймати себе підданою впливу рішення, операції чи результату проєкту.

Аналіз зацікавлених сторін – виявлення інтересів окремих осіб, груп або організацій, які можуть стосуватися проєкту, а також визначення їх основних ключових проблем, обмежень та можливостей.

У таблиці 2.1 наведено аналіз зацікавлених сторін проєкту.

Таблиця 2.1

Аналіз зацікавлених сторін проєкту

Група зацікавлених сторін	Який їхній інтерес у проєкті? (позитивні та негативні сторони)	Умови довгостроковості	Можлива участь (роль)
Мешканці м. Запоріжжя	Поліпшення екологічної ситуації в місті	Досягнення покращення екологічної ситуації у місті	Споживач, консультації та вирішення організаційних питань
Команда проєкту	Привернення уваги до екологічної обстановки у місті	Націленість використання нових технологій екологічного моніторингу	Організатор виконавець, консультації та вирішення організаційних питань
Підприємства, які потребують екологічного моніторингу	Зниження витрат	Поява нових зв'язків та кооперацій	Консультації
Науково-дослідний інститути	Формування нових методик чи популяризування рідкісних методик	Поштовх для розвитку екологічного моніторингу	Контроль, консультації та вирішення організаційних питань
Постачальники комплектуючих	Отримання додаткового прибутку	Створення кооперацій	Постачальник
Магазини еко-обладнання	Отримання нової продукції для реалізації	Співвідношення ціни якості продукту	Споживач
Конкуренти	Отримання додаткового прибутку. Зниження витрат	Впізнаваність компанії	Виконавець
Інвестори	Економічна ефективність	Досягнення результативності	Грошова участь
Запорізька міська рада	Інформування громадян про стан довкілля на території міста та області	Прогрес у поставлених завданнях, пов'язаних з екологічною обстановкою	Консультації та вирішення організаційних питань
Міндовкілля	Поліпшення умов формування сприятливого довкілля	Прогрес у поставлених завданнях	Консультації та вирішення організаційних питань

Дерево проблем. Аналіз проведених досліджень дозволив зробити висновки про наступних екологічних проблем:

– зниження в останні роки виробничих обсягів не знизило антропогенне навантаження на довкілля;

– неухильно зростає кількість ресурсомістких та екологічно брудних виробництв;

– збільшується антропогенне навантаження та орієнтація продукції на експорт.

Проблема – це складне теоретичне або практичне питання, що вимагає вивчення, вирішення.

Дерево проблем – ключовий графік, покликаний полегшити процес формування завдань та пошук шляхів вирішення.

Дерево проблем складається виходячи з аналізу зацікавлених сторін. Для цього необхідно визначити проблеми для кожної зацікавленої сторони.

Також необхідно створити санітарно-захисні зони навколо потенційно небезпечних об'єктів та звернути увагу на пропаганду здорового способу життя серед мешканців, які проживають у районах з високим рівнем забруднення.

Саме тому необхідно направити всі сили на виховання екологічної культури населення та доопрацювати нормативну базу.

У таблиці 2.1 подано основні проблеми для зацікавлених сторін. На рисунку 2.1 представлено дерево проблем проєкту.

Дерево цілей. Дерево цілей – структурована сукупність цілей організації, побудована за ієрархічним принципом (розподілена за рівнями, ранжована). По суті, це візуальне уявлення про досягнення цілей.

Принцип, згідно з яким головна мета досягається за рахунок сукупності другорядних та додаткових цілей.

Таблиця 2.1

Основні проблеми для зацікавлених сторін

Зацікавлені сторони	Основні проблеми
Мешканці м. Запоріжжя	Забруднення повітря від спалювання деревини та листя
	Забруднення повітря від спалювання вугілля
	Значні викиди від спалювання вугілля на ТЕЦ
	Забрудненість повітря від ПАТ «Запоріжсталь»
	Забрудненість повітря металургійними підприємствами
	Забруднення вище ГДК
	Оксид вуглецю
	Діоксид сірки
	Низька швидкість інформування мешканців
	Збільшення захворюваності
	Неповнота інформування про стан навколишнього середовища
Команда проекту	Програмування контролера
	Зібрати прилад
	Знайти комплектуючі
	Знайти датчики
	Передача даних через інтернет
	Проблема зі зв'язком
Підприємства, які потребують екологічного моніторингу	Високі екологічні штрафи
	Порушення регламентних робіт
	Відсутність дешевих, точних та інформативних приладів екомоніторингу
	Відсутність технологій з мінімальним викидом
Науково-дослідні інститути	Поділ основних забруднювачів
	Потрібні додаткові джерела інформування про довкілля
	Потрібне збільшення застосування різних методик моніторингу на практиці
Постачальники комплектуючих	Потрібно збільшити попит на комплектуючі для приладів
Магазини еко-обладнання	Потрібні нові прилади для збільшення асортименту товару
Конкуренти	Розробка нових приладів
	Розробка нових методик
Інвестори	Відсутність дешевих і в той же час ефективних приладів
Запорізька міська рада	Недостатнє забезпечення інформування громадян про стан довкілля на території міста (області)
Міндовкілля	Вимоги для поліпшення умов для формування сприятливого навколишнього середовища

Мета має бути конкретно та вимірною в рамках проєкту, також для мети необхідно характерно бути досяжною, актуальною та обмеженою у часу.

Метод дерева цілей вважається одним із найбільш ефективних методів планування завдань. Зобразивши плани у вигляді графіка, менеджмент компанії бачить, з якими проблемами доведеться зіткнутися в майбутньому, та які додаткові ресурси будуть потрібні, щоб досягти задуманого.

Дерево цілей дозволяє:

- скоординувати діяльність усіх структурних підрозділів організації;
- ув'язати обов'язки посадових осіб та підвищити їх взаємну відповідальність;
- здійснювати чіткий контроль виконавчої дисципліни, встановивши конкретні завдання та терміни реалізації;
- забезпечити високий ступінь керованості бізнес-процесів;
- підготувати організацію до раптових змін.

Головною проблемою в дереві проблем є забруднення навколишнього середовища, відповідно, потрібно досягти мети, при якій екологія Запорізького краю відповідає всім стандартам.

Дерево цілей будується на підставі протиставлення дерева проблем. На рисунку 2.2 представлено дерево цілей проєкту.

Загалом процес екологічного моніторингу можна уявити схемою: довкілля (чи конкретний об'єкт довкілля), вимірювання параметрів різними підсистемами моніторингу, збирання та передача інформації, обробка та подання даних (формування узагальнених оцінок), прогнозування. Система екологічного моніторингу призначена для обслуговування систем управління якістю навколишнього середовища [29].

моніторингу, використовується системою управління для запобігання або усунення негативної екологічної ситуації, оцінки несприятливих наслідків зміни стану навколишнього середовища, а також для розробки прогнозів соціально-економічного розвитку, розробки програм у галузі екологічного розвитку та охорони довкілля.

У системі управління можна виділити три підсистеми: прийняття рішення (спеціально уповноважений державний орган), управління виконанням рішення (наприклад, адміністрація підприємств), виконання рішення за допомогою різних технічних чи інших засобів. Моніторинг є багаторівневою системою. У часовому аспекті зазвичай виділяють системи (або підсистеми) детального, локального, регіонального, національного та глобального рівнів.

Моделювання процесів передбачає побудову моделі «як є», тобто. модель вже існуючого процесу. Побудова функціональної моделі «як є» дозволяє чітко зафіксувати, які процеси здійснюються.

В даному випадку необхідно побудувати модель екологічного моніторингу, що враховує всі фактори, які впливають, і ресурси необхідні для функціонування системи.

Контекстна діаграма. Контекстна діаграма (діаграма верхнього рівня), будучи вершиною деревоподібної структури діаграм, показує призначення системи (основну функцію) та її взаємодію із зовнішнім середовищем. У кожній моделі може бути лише одна контекстна діаграма. Після опису основної функції виконується функціональна декомпозиція, тобто визначаються функції, з яких складається основна.

Головним процесом є створення нової екологічної системи моніторингу. Вхідний параметр – існуючі системи екологічного моніторингу. Вихідний – нова система екологічного моніторингу.

Як управління було визначено такі фактори:

– рівні гранично-допустимих концентрацій забруднюючих речовин;

- відомості про забруднювачі навколишнього середовища;
- вимоги жителів м. Запоріжжя;
- відомості про датчики для екомоніторингу;
- технічні умови для збирання приладу;
- технічне завдання на програмування контролера;
- вимоги Міндовкілля.

Ресурсами для процесу виступатимуть:

- команда проєкту;
- організаційна техніка;
- комплектуючі для приладу екомоніторингу;
- датчики для приладу екомоніторингу;
- ресурси для збирання приладу екомоніторингу.

На рисунку 2.3 представлено контекстну діаграму створення нової системи екологічного моніторингу.

Декомпозиція першого рівня. Декомпозиція створення нової системи екологічного моніторингу (рисунок 2.4) складається з 4 процесів:

– аналіз систем екомоніторингу. Системний підхід сприяє виробленню правильного методу мислення про сам процес управління, але будь-яка система є частиною більшої системи та постійно змінюється. У тому випадку, коли немає достатньої інформації про проблемну ситуацію, тоді для того, щоб організувати процес прийняття рішень, менеджер застосовує системний аналіз.

– створення приладу екомоніторингу. Проектування та конструювання служить одній меті: розробці нового виробу. Спочатку в розумі розробника створюється конкретний уявний образ. Одночасно оцінюється ефект внесених змін, визначається, як ці зміни можуть вплинути на кінцевий результат. І як результат цього процесу буде створено прототип;

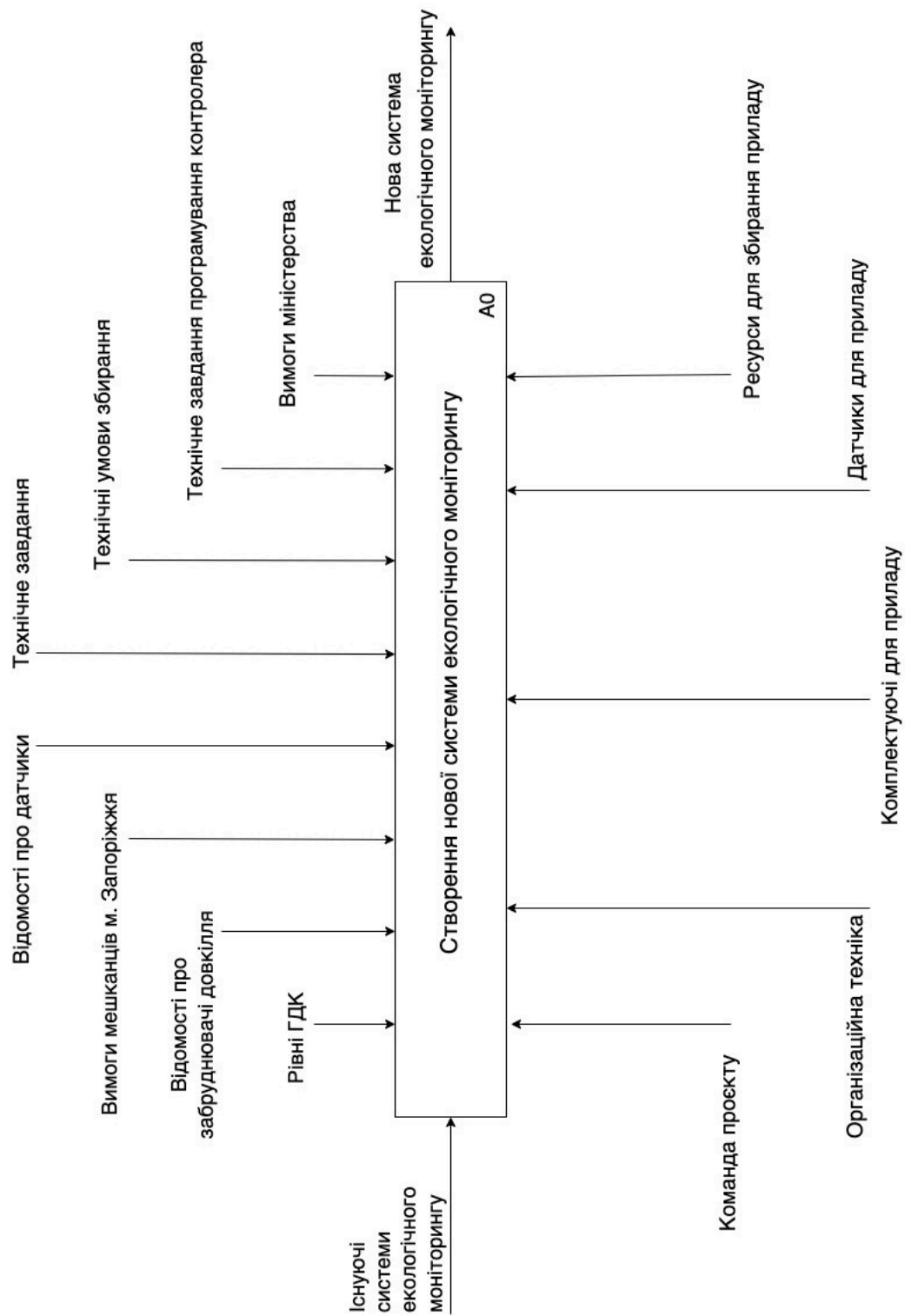


Рисунок 2.3 – Контекстна діаграма створення нової системи екологічного моніторингу, А0

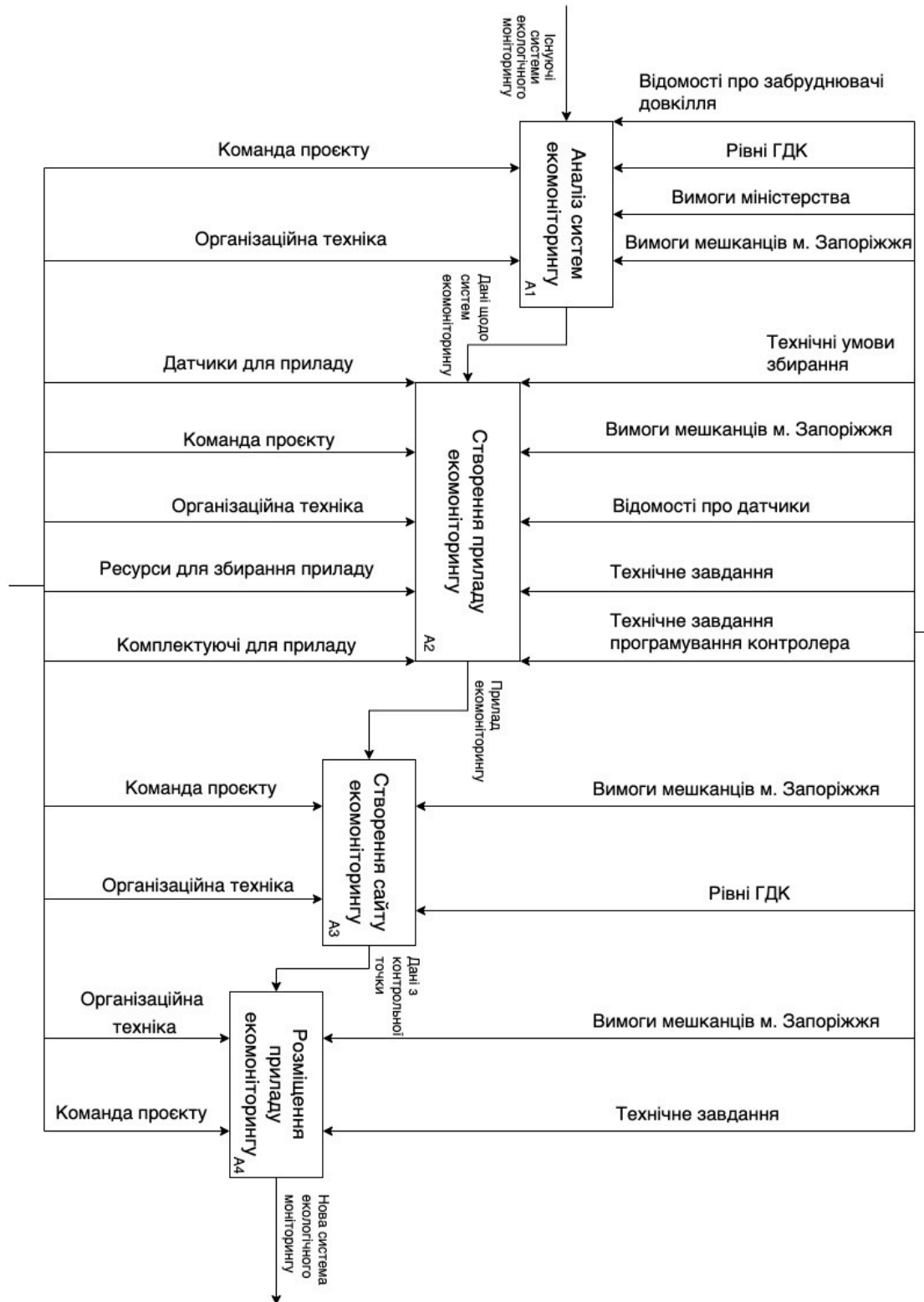


Рисунок 2.4 – Декомпозиція першого рівня

– розміщення приладу екомоніторингу. Розміщення приладу одним з

способів, полегшує умови збору інформації та забезпечує стабільність доступу до пристрою. Який метод застосувати, залежить від розміру та функціональності приладу. Для багатофункціонального приладу потрібно знайти місце, де потенціал приладу буде розкритий максимально.

Відповідальний має знайти ефективне місце, встановити його та забезпечити отримання інформації з контрольної точки;

– створення сайту екомоніторингу. Цей процес призначений для надання інформації у зручній для споживачів формі. В процесі потрібно налаштувати передачу даних на сайт у реальному часі, налаштувати коректне відображення цих даних, надання супутніх даних.

Цей процес буде заключним у всій схемі та результатом його закінчення буде нова повноцінна система екологічного моніторингу [35].

Декомпозиція аналізу систем екомоніторингу. Можна виділити такі складові аналізу систем екомоніторингу:

– збір інформації по системах екомоніторингу. Під цим етапом розуміється процес збору інформації та вимірювання цільових показників у системі, що склалася, який згодом дозволяє відповісти на актуальні питання та оцінити отримані результати. Виходом даного процесу буде інформація щодо систем екомоніторингу [36];

– перевірка на відповідність сучасним екологічним стандартам. Результат оцінки відповідності слід розглядати, як суворий доказ того, що об'єкт відповідає, і завжди відповідатиме встановленим вимогам. Демонстрація відповідності може проводитись з різним ступенем достовірності та переконливості залежно від потреби та можливостей. Виходом буде перевірені дані по екомоніторингу [37];

– опрацювання отриманих даних. Процес зміни форми подання інформації чи її змісту. Обробка інформації – це вирішення інформаційної задачі, або процес переходу від вихідних даних до результату. Обробляти можна інформацію будь-якого виду, та правила обробки можуть бути

найрізноманітнішими. В результаті обробки наявної (вхідної) інформації отримуємо нову (вихідну) інформацію. Це правило може бути представлене у вигляді формули або докладного плану дій. Виходом є дані щодо систем екомоніторингу [38].

На рисунку 2.5 представлена декомпозиція аналізу систем екомоніторингу.

Декомпозиція створення приладу екомоніторингу. Основні етапи, створення приладу екомоніторингу:

– підбір комплектуючих для приладу екомоніторингу. На сьогоднішній день існує можливість знайти величезну кількість якісних та дешевих комплектуючих для приладів. Виходом будуть комплектуючі та інформація про можливості приладу;

– підбір датчиків для приладу екомоніторингу. В сучасному світі технології не стоять на місці, тим більше у захисті навколишнього середовища, кожен виробник намагається впровадити щось нове. Потрібно знайти датчики, які будуть визначати забруднювачі з достатньою точністю та мати низьку вартість. З урахуванням попереднього процесу на виході матимемо повний комплект для створення приладу екомоніторингу;

– складання приладу. Складання та герметизація приладу включає 3 основні операції: приєднання контролера до основи корпусу, приєднання інших комплектуючих та датчиків, захист приладу від впливу довкілля. Від якості складальних операцій залежать стабільність електричних параметрів та надійність кінцевого виробу. Крім того, вибір методу збирання впливає на сумарну вартість продукту;

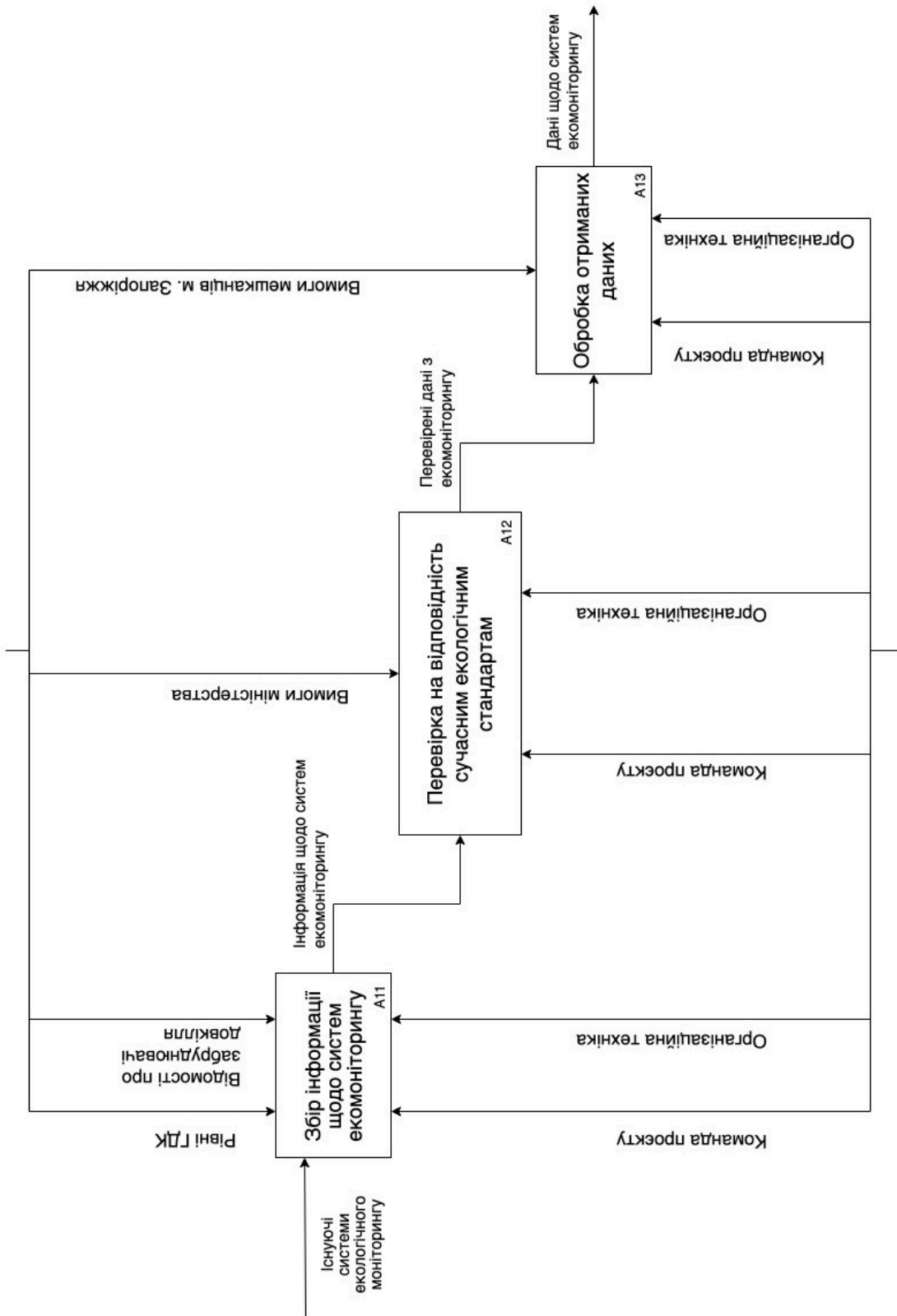


Рисунок 2.5 – Декомпозиція аналізу систем екомоніторингу

– програмування приладу екомоніторингу. Під програмуванням розуміється процес перетворення алгоритму на нотацію, написану мовою програмування, яка може бути виконана комп'ютером. Незважаючи на існування великої кількості різних мов програмування та типи комп'ютерів, перший і найважливіший крок – це рішення. Без алгоритму жодна програма не може існувати. Як результат отримуємо працюючий прилад з певним алгоритмом дій;

– перевірка роботи екомоніторингу. Завершальним процесом буде перевірка працездатності приладу.

На рисунку 2.6 представлено декомпозицію створення приладу екомоніторингу.

Декомпозиція розміщення приладу екомоніторингу. Складові процесу розміщення приладу екомоніторингу є:

– пошук контрольної точки для вимірювання. Для визначення контрольної точки, де проводитимуться виміри необхідно керуватися вимогами мешканців м. Запоріжжя. Контрольна точка розміщується у місці, де прилад використовуватиметься максимально ефективно. Результатом буде конкретне місце, де встановлюватиметься прилад;

– встановлення приладу в контрольній точці. Цей етап має на увазі врегулювання питань з документами, договорів із власником місця установки та безпосередньо сам монтаж. Виходом буде встановлений прилад у контрольній точці;

– перевірка роботи пристрою на контрольній точці. По завершенню попереднього етапу потрібно провести перевірку роботи пристрою, оскільки у процесі транспортування та монтажу могли траплятися збої. Після перевірки та успішної роботи приладу, з контрольної точки можна отримувати на постійній основі дані.

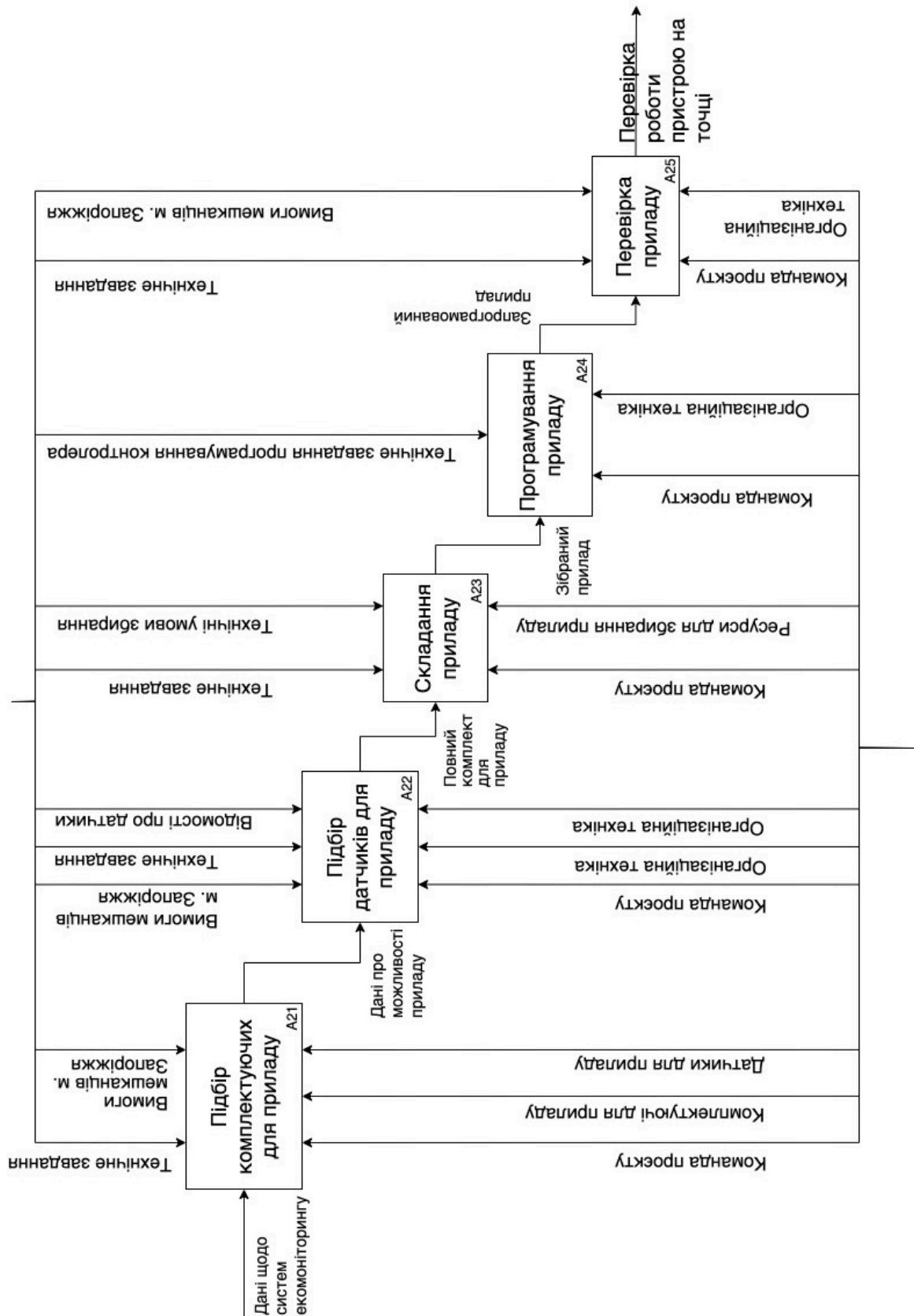


Рисунок 2.6 – Декомпозиція створення приладу екомоніторингу

На рисунку 2.7 показано декомпозицію розміщення приладу екомоніторингу.

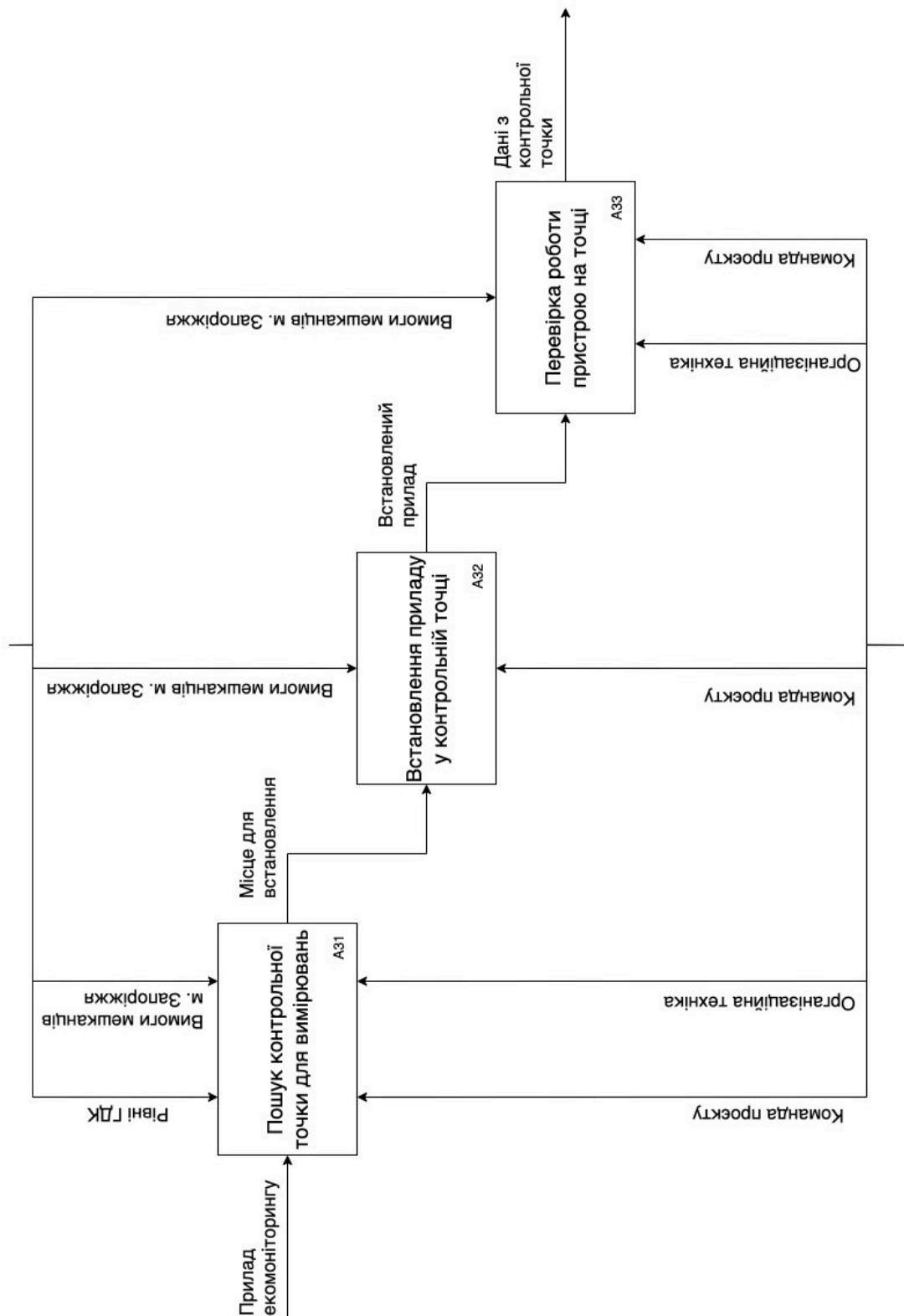


Рисунок 2.7 – Декомпозиція розміщення приладу екомоніторингу

2.3. Висновки до розділу 2

У зв'язку з необхідністю виявити антропогенні зміни стану природного середовища виникла потреба в організації інформаційної системи моніторингу, спостереження та аналізу стану природного середовища насамперед забруднень та ефектів, що викликаються ними в біосфері.

1. Здійснено інформаційно-аналітичний огляді про стан довкілля в м. Запоріжжя та Запорізькій області. Встановлено, що основний внесок у забруднення атмосферного повітря вносять викиди від стаціонарних джерел ПАТ «Запоріжсталь» та ВП Запорізька ТЕС АТ «ДТЕК ДНПРОЕНЕРГО».

2. Запропоновано процес екологічного моніторингу представити у вигляді схеми: довкілля (чи конкретний об'єкт довкілля), вимірювання параметрів різними підсистемами моніторингу, збирання та передача інформації, обробка та подання даних (формування узагальнених оцінок), прогнозування.

3. Встановлено коло зацікавлених осіб з розробці інформаційної системи екологічного моніторингу. Основними з них є мешканці м. Запоріжжя, міські та обласні органи державної влади, промислові підприємства, громадські організації. На основі кола зацікавлених осіб побудовано дерево проблем та дерево цілей.

4. Обґрунтовано необхідність створення інформаційної системи екомоніторингу в рамках концепції Інтернету речей.

РОЗДІЛ 3

ПРОЄКТНА РЕАЛІЗАЦІЯ ТЕХНОЛОГІЇ СТВОРЕННЯ ІНФОРМАЦІЙНОЇ СИСТЕМИ ЕКОМОНІТОРИНГУ В РАМКАХ КОНЦЕПЦІЇ ІНТЕРНЕТУ РЕЧЕЙ

3.1. Модель структури даних інформаційної системи екомоніторингу

При розробці будь-якої системи, перш за все, необхідно окреслити цілі, що стоять перед системою, функціональні вимоги, що пред'являються до системи, необхідно дослідити предметну область. Основними джерелами даних при цьому є:

- замовник;
- учасники екологічного моніторингу, які безпосередньо залучені до процесу, що протікає;
- нормативно-правова інформація, що регламентує процес екологічного моніторингу;
- звітні документи екологічного моніторингу за минулі періоди;
- існуючі аналоги проєктованої системи.

Структура екологічного моніторингу.

Відповідно до концепції, запропонованої академіком Ю. А. Ізраєлем, структура екологічного моніторингу складається з чотирьох блоків: спостереження, оцінки фактичного стану, прогнозу стану та оцінки прогнозованого стану:

Блоки «спостереження» та «прогноз стану» тісно пов'язані між собою, оскільки прогноз стану навколишнього середовища можливий лише за наявності досить повної інформації про фактичний стан (прямий зв'язок). Побудова прогнозу має на увазі знання закономірностей зміни стану природного середовища, наявність схеми та можливостей розрахунку цього

стану. Крім цього, спрямованість прогнозу має визначати структуру та склад спостережної мережі (зворотний зв'язок).

Дані про стан природного середовища, отримані в результаті спостереження або прогнозу, повинні оцінюватись в залежності від того, в якій галузі людської діяльності вони використовуються. Оцінка має на увазі визначення збитків від впливу та вибір оптимальних умов для діяльності людини, визначення існуючих екологічних резервів.

За таких оцінок розраховують можливі значення допустимих навантажень на навколишнє середовище.

Результати оцінки існуючого та прогнозованого станів біосфери дають змогу уточнити вимоги до підсистеми спостережень. Це становить наукове обґрунтування моніторингу, обґрунтування складу, структури мережі та методів спостережень.

Основна мета будь-якої програми моніторингу – інформаційна.

Це отримання нової інформації, усунення тієї чи іншої невизначеності чи, навпаки, виявлення нестачі інформації. Тому природним чином мета програми моніторингу може бути спрямована на:

- отримання інформації, пов'язаної з конкретною проблемою;
- подання інформації для різних типів аудиторії (зацікавленої громадськості, адміністрації та співробітників підприємства, державних органів) та її поширення;
- вжиття заходів, спрямованих безпосередньо на поліпшення ситуації або стимулювання прийняття відповідних рішень.

Під завданнями розуміємо конкретні дії чи етапи шляху досягнення мети. У межах добре складеної програми не може бути завдань, які виходять за межі мети, які мають до неї відношення.

Бізнес-процеси. Можна виділити кілька потоків процесів, що протікають (рисунок 3.1, рисунок 3.2):

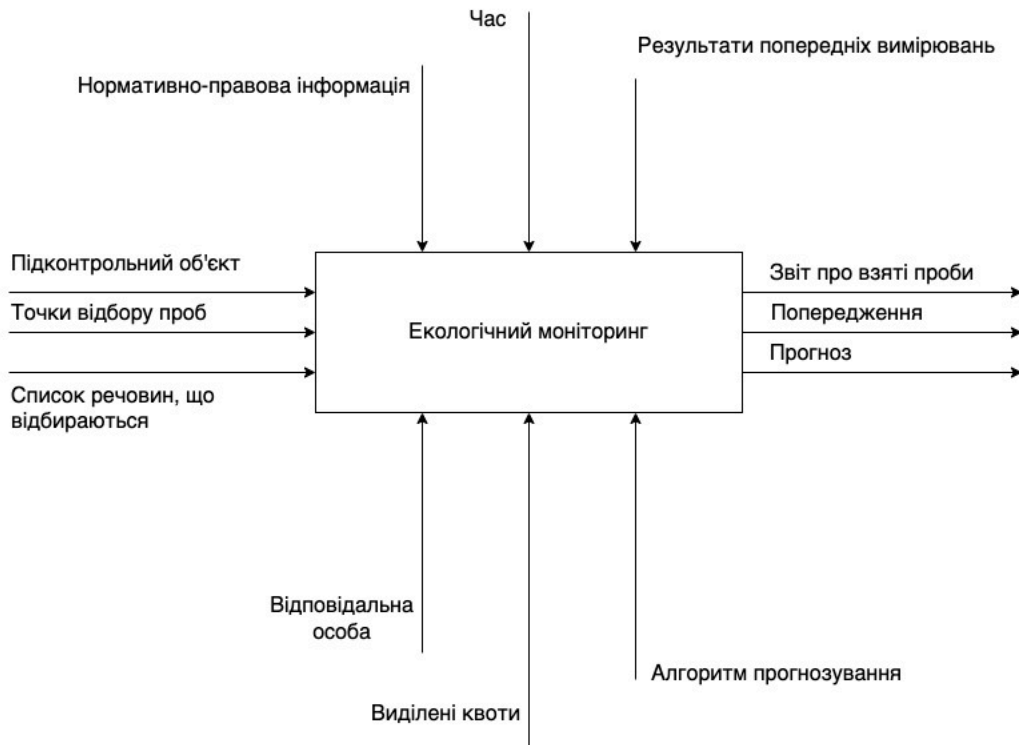


Рисунок 3.1 – Схема бізнес-процесів (верхній рівень)

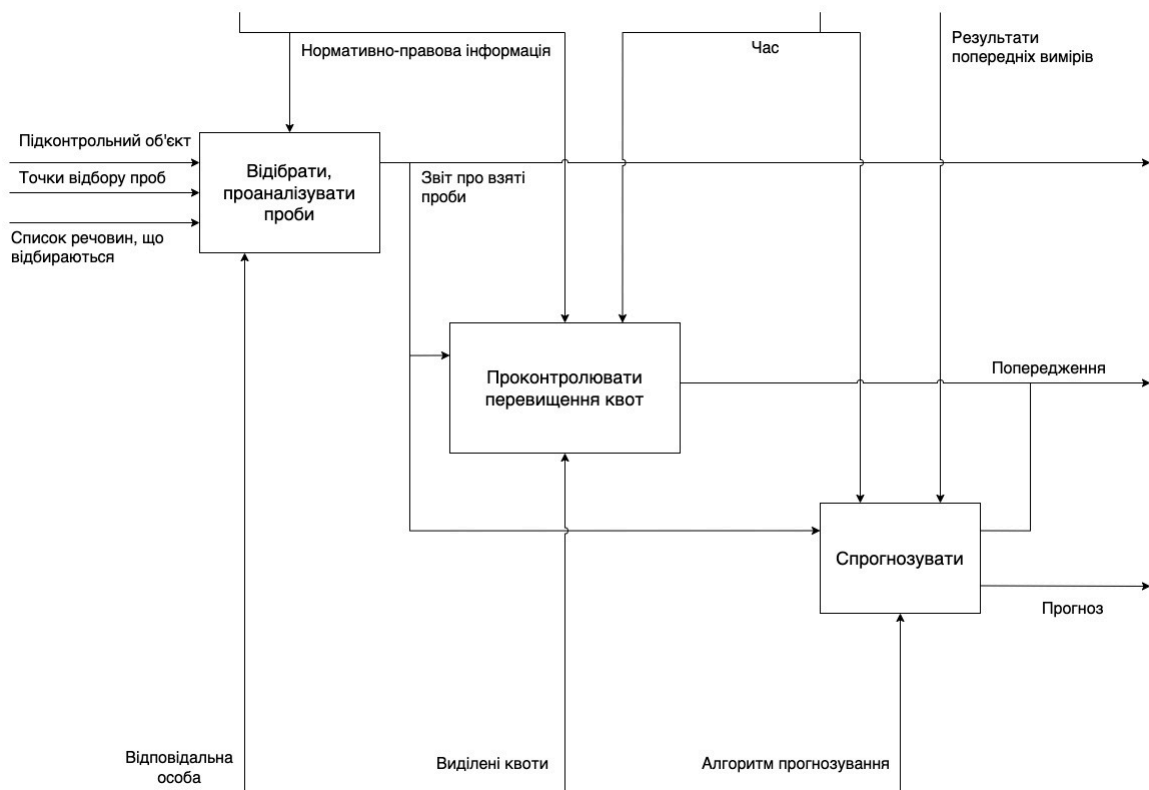


Рисунок 3.2 – Схема бізнес-процесів (перший рівень)

- відбір, аналіз проб (супроводжується документуванням процесу та результатів);

- контроль за дотриманням квот підприємствами;

- прогнозування екологічної ситуації;

- видача довідкової інформації, звітів за запитами користувачів.

Функціональні вимоги. Програмний комплекс забезпечує роботу наступних груп функцій:

- реєстрація інформації щодо об'єктів екологічного моніторингу;

- отримання довідок та звітів щодо інформації з бази даних;

- підтримка нормативно-довідкової інформації (довідників);

- адміністрування системи (налаштування та забезпечення цілісності інформації);

- оповіщення при настанні небезпечної екологічної ситуації;

- прогнозування зміни величин забруднення навколишнього середовища із зазначенням ймовірності за чисельними моделями;

- статистичний аналіз даних, що зберігаються для формування довідок;

- цілісне та надійне зберігання даних, що отримуються при вимірювання концентрацій шкідливих речовин;

- забезпечення обмеження доступу до даних, що зберігаються.

База даних. Вимоги до інформаційного наповнення:

1. Загальна інформація щодо об'єктів (методи, що використовується обладнання та матеріали).

2. Нормативна документація, пов'язана з впливом на довкілля (закони всіх рівнів; постанови, інше).

3. Організаційні документи, пов'язані із проведенням екологічного моніторингу.

4. Методики відбору проб.

5. Обладнання для відбору проб.

6. Протоколи відбору проб.
7. Методики аналізу проб.
8. Результати аналізів.
9. Проекти нормативів ПДВ, ЛРВ, ПДС, СЗЗ (дозволи, висновки, ліміти, ліцензії).
10. Графічний матеріал (карти-схеми об'єктів із зазначенням джерел забруднення, місць тимчасового зберігання (накопичення) відходів, точок відбору проб (контролю).

11. Виділені підприємствам квоти;

Виділимо сутності, що лежатимуть в основі бази даних. За характером інформації, що зберігається, згрупуємо таблиці за блоками:

1. Речовини, що аналізуються.
2. Описи контрольованих об'єктів та місць відбору проби.
3. Зберігання картографічних схем об'єктів.
4. Нормативні документи.
5. Опис методик відбору та аналізу проб.
6. Описи методів відбору та аналізу проб.
7. Інформація про зберігання відібраних проб.
8. Фізичні особи, задіяні у процесах, що протікають.
9. Скани документів, постанов, наказів.
10. Документування процесу відбору проби.
11. Умови відбору проб.
12. Результати аналізу.
13. Виділені підприємствам квоти.
14. Фізичні характеристики відібраних проб.
15. Контроль доступу та розмежування прав.

Блок речовин, що аналізуються (рисунок 3.3, додаток А, таблиці А.1.- А.4.).

Сутність: «Аналізується речовина». Характеристики: назва; формула; середовище, в якому контролюється вміст цієї речовини.

Сутність: «Одиниця виміру». Характеристики: назва. Мета: довідник одиниць виміру діапазонів, кількісних значень вимірів. Особливості: формули будуть зберігатися у вигляді *xml*-рядка, для можливості завдання верхніх та нижніх індексів складних формул.

Сутність: «Клас небезпеки». Характеристики: код класу небезпеки; діапазон концентрації/кількості речовини, при якому речовина потрапляє у цей клас; опис/додаткова інформація.

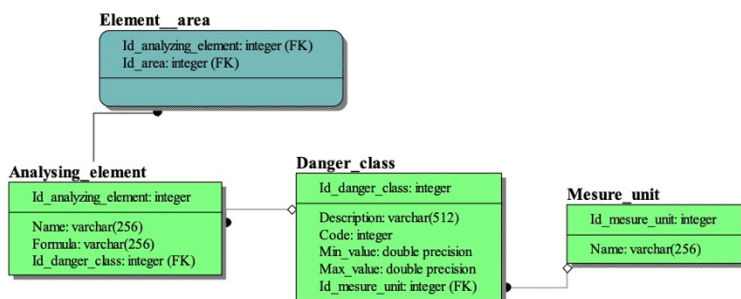


Рисунок 3.3 – Фізична структура блоку аналізованих речовин

Блок опису контрольованих об'єктів та місць відбору проби (рисунок 3.4, додаток А, таблиці А.5.-А.9.).

Сутність: «Контрольований об'єкт». Характеристики: батьківський об'єкт (для можливості ієрархічної організації та структурування контрольованих об'єктів); характеристики об'єкта (адреса, телефон, пошта, сайт), тип об'єкта (організація, область); точки забору проб, що знаходяться на території об'єкта; координати.

Сутність: «Точка відбору проби». Характеристики: шифр точки відбору (каже про тип аналізованого середовища у цій точці); геодані точки; тип точки (постійна, тимчасова); статус (працює, призупинено); об'єкт, якому належить точка; аналізоване середовище у цій точці.

Сутність: «Аналізоване середовище». Характеристики: назва; код.

Сутність: «Статус точки відбору», «Тип точки відбору», «Тип об'єкта»
 Характеристики: назва.

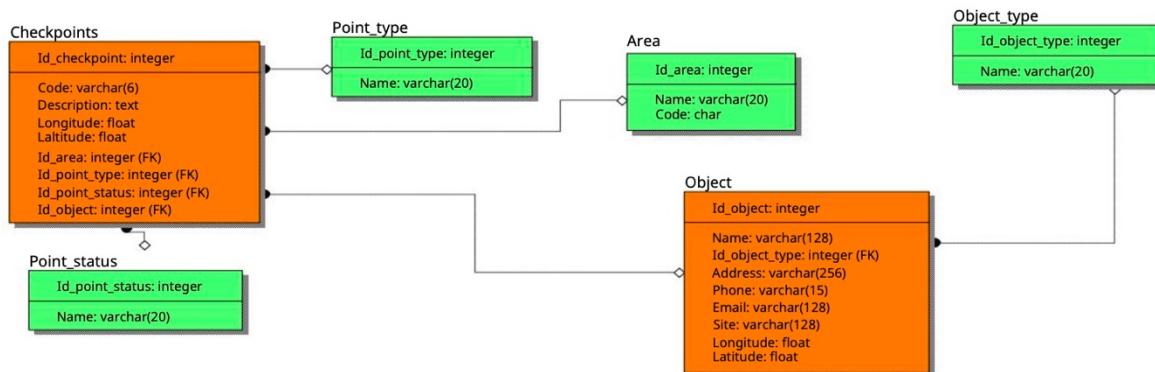


Рисунок 3.4 – Фізична структура блоку опису підконтрольних об'єктів та точок забору проб

Блок зберігання картографічних схем об'єктів (рисунок 3.5, додаток А, таблиці А.10.-А.13.).

Сутність: «Схема об'єктів». Характеристики: назва; географічні координати для прив'язки до глобальної карти; коментар; масштаб; шлях до файлу; об'єкт, що визначає схема; точки відбору, що розташовані на схемі.

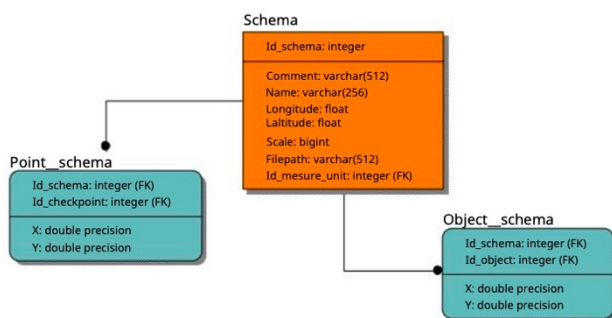


Рисунок 3.5 – Фізична схема блоку зберігання картографічних схем об'єктів

Блок нормативних документів (рисунок 3.6, додаток А, таблиці А.14.-А.16.).

Сутність: «Нормативний документ». Характеристики: назва; дата затвердження; тип; шлях на диску; аналізоване середовище, до якого належить цей документ.

Сутність: «Тип нормативного документа». Характеристики: назва типу.

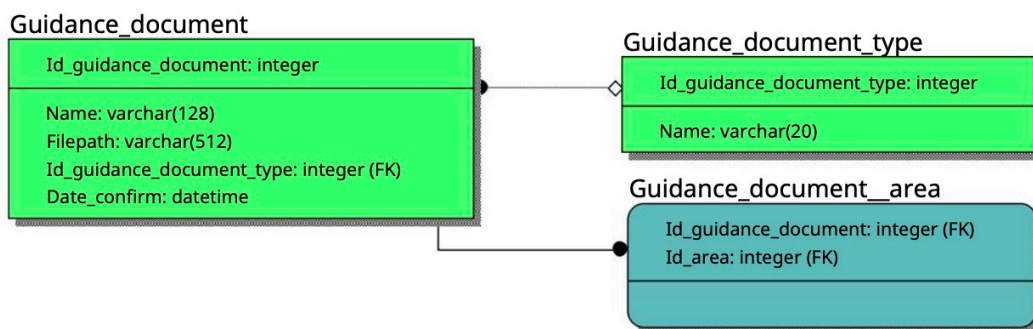


Рисунок 3.6 – Фізична структура блоку нормативних документів

Блок опису методик відбору та аналізу проб (рисунок 3.7, додаток А, таблиця А.17.).

Сутність: «Методики». Характеристики: назва методики; керівний документ, що описує цю методику; параграфи керівного документа.

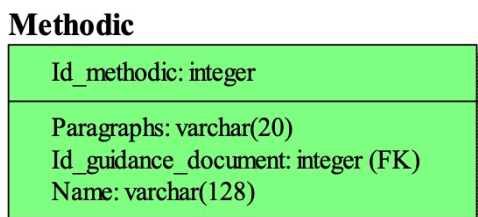


Рисунок 3.7 – Фізична структура блоку опису методик відбору та аналізу проб

Блок опису методів відбору та аналізу проб (рисунок 3.8, додаток А, таблиці А.18., А.19.).

Сутність: «Методи відбору проб та аналізу». Характеристики: назва методу; нормативний документ, що описує метод; середовище, для аналізу якого використовується метод.

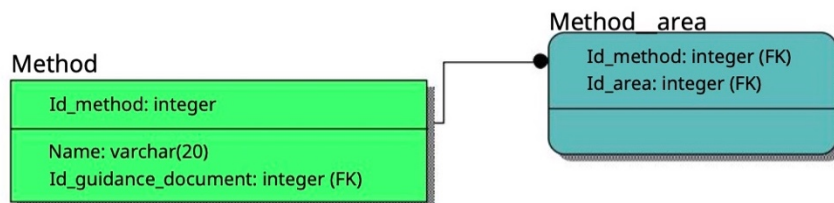


Рисунок 3.8 – Фізична структура блоку методів відбору та аналізу проб

Блок інформації про зберігання відібраних проб (рисунок 3.9, додаток А, таблиці А.20.-А.23.) (при умові збору проб у контейнер).

Сутність: «Задіяний контейнер». Характеристики: шифр; Об'єм; матеріал, з якого виготовлено контейнер; назву; акт відбору, у якому задіяний цей контейнер; відібрана в контейнер речовина. Особливості: один контейнер може бути задіяний для аналізу кількох речовин, але акт про забір проби буде один.

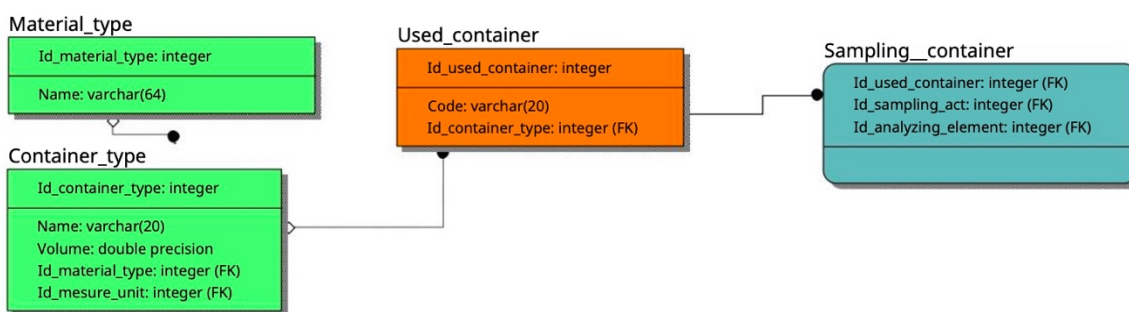


Рисунок 3.9 – Фізична структура блоку зберігання відібраних проб у контейнерах

Блок фізичних осіб, задіяних у процесах, що протікають (рисунок 3.10, додаток А, таблиці А.24., А.25.).

Сутність: «Фізичні особи». Характеристики: ПІБ; посада; місце роботи.

Сутність: «Посада». Характеристики: назва.

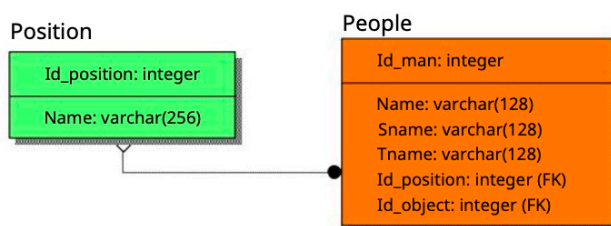


Рисунок 3.10 – Фізична структура блоку фізичних осіб

Блок сканів документів, ухвал, наказів (рисунок 3.11, додаток А, таблиця А.26.).

Сутність: «Скани документів». Характеристики: назва; дата сканування; шлях до файлу на жорсткому диску

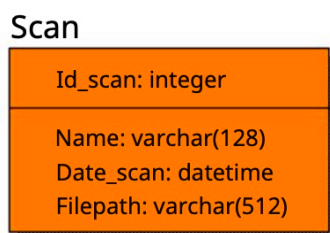


Рисунок 3.11 – Фізична структура блоку «скана» документів

Блок документування процесу відбору проби (рисунок 3.12, додаток А, таблиці А.27.-А.32.).

Сутність: «Акт відбору проби». Характеристики: дата; методика, метод, якими відбиралися проби; відібрані проби, згідно з актом; відповідальна людина; точка та об'єкт відбору проби; відповідальна за

відбір проби людина; спостерігач сторонньої організації; цілі відбору; скан акта відбору проби; кількість відібраної проби; відібрані речовини; задіяні контейнери (датчики); умови, за яких здійснювався процес відбору проби; тип взятої проби; Використання обладнання. Особливості: один акт відбору може наказувати аналіз кількох речовин.

Сутність: «Тип проби». Характеристики: назва.

Сутність: «Обладнання». Характеристики: назва.

Сутність: «Умови відбору». Характеристики: назва умови, значення.

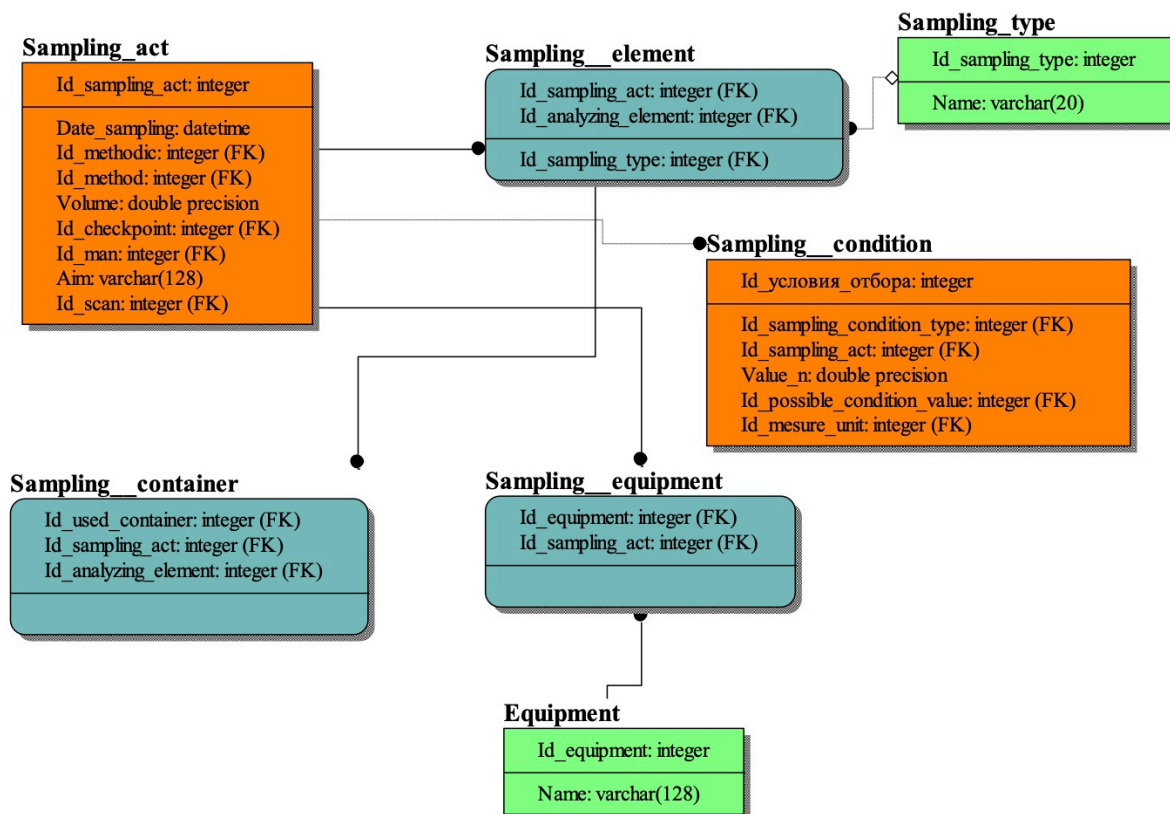


Рисунок 3.12. – Фізична структура блоку відбору проб

Блок умов відбору проби (рисунок 3.13, додаток А, таблиці А.33.- А.35.).

Сутність: «Умови, за яких відбиралася проба». Характеристики: назва умови, значення. Особливості: умови відбору можна розділити на ті, що набирають числові значення, і ті, що набирають набір обмежених значень. Таблиця дозволяє зберігати і числове значення, і ідентифікатор одного з значень обмеженого набору.

Сутність: «Типи умов відбору». Характеристики: назва.

Сутність: «Можливі значення умови відбору». Характеристики: значення, що приймається; умова, якого належить прийняте значення.

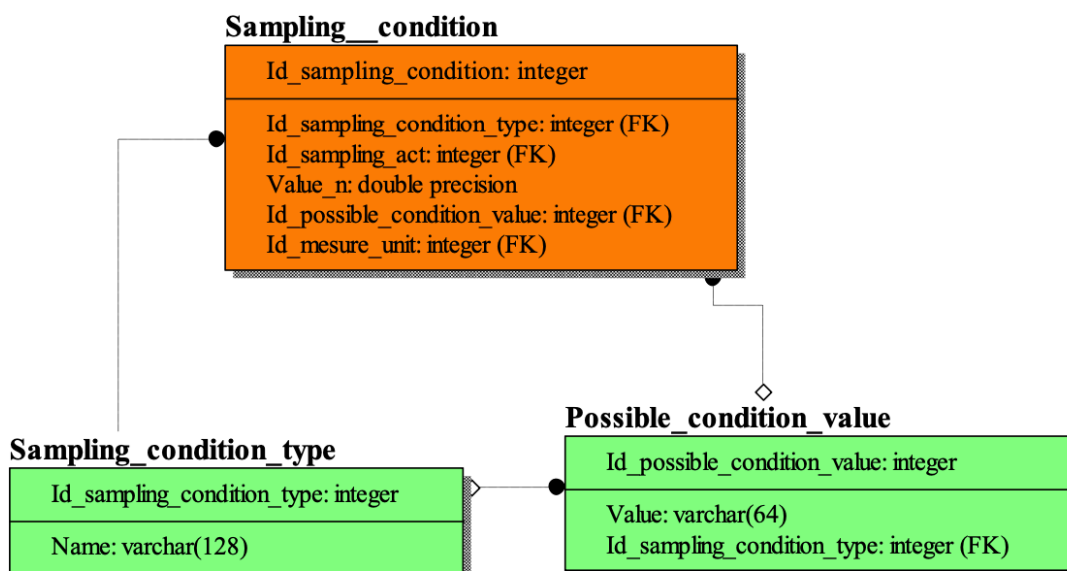


Рисунок 3.13 – Фізична схема блоку умов відбору

Блок результатів аналізу (рисунок 3.14, додаток А, таблиці А.36.-А.38.).

Сутність: «Результат аналізу». Характеристики: – дата аналізу; проаналізовані речовини; результати аналізу; точка відбору; контрольований об'єкт; методика та метод аналізу; скан результатів аналізу; акт постанови про забор проб для аналізу. Особливості: один аналіз може виявити концентрацію кількох речовин одночасно. Акт про забор проби може бути, якщо дані надходять з автоматичних станцій. Зважаючи на те,

що одна точка відбору може належати кільком підконтрольним об'єктам, необхідно зберігати ідентифікатори як точки забору проби, так і підконтрольного об'єкта.

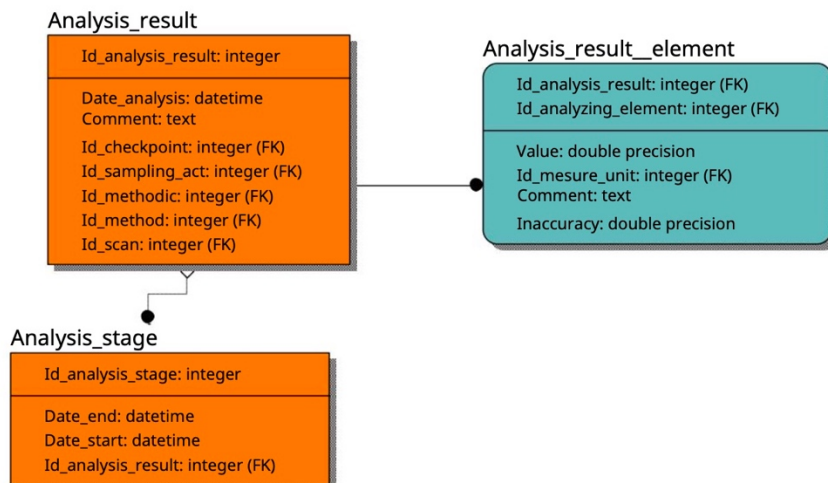


Рисунок 3.14 – Фізична схема блоку результатів аналізу

Блок виділених підприємствам квот (рисунок 3.15, додаток А, таблиці А.39.-А.41.).

Сутність: «Виділені квоти». Характеристики: речовина; квота; тип квоти; розмір; період дії квоти; підконтрольний об'єкт, якому виділено квоту; скан документа; середовище, до якого належить дана квота.

Сутність: «Гігієнічні стандарти». Характеристики: речовина; значення стандарту; тип квоти; середовище, до якого належить дана квота.

Сутність: «Тип квоти». Характеристики: назва.

Блок фізичних характеристик відібраних проб (рисунок 3.16, додаток А, таблиці А.42.-А.44.).

Сутність: Фізичні характеристики проби. Характеристики: назва характеристики, значення. Особливості: характеристики можна поділити на ті, що набирають числові значення, і ті, які набирають набір обмежених значень. Таблиця дозволяє зберігати і числове значення, і ідентифікатор одного з значень обмеженого набору.

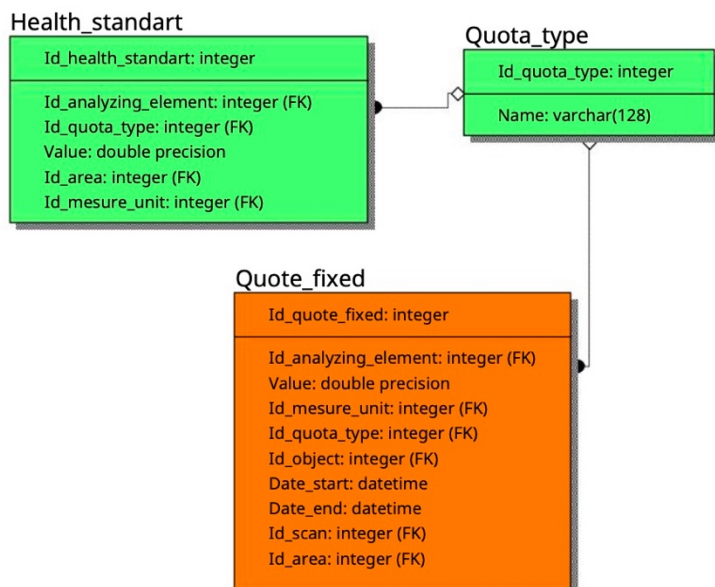


Рисунок 3.15 – Фізична схема блоку виділених квот

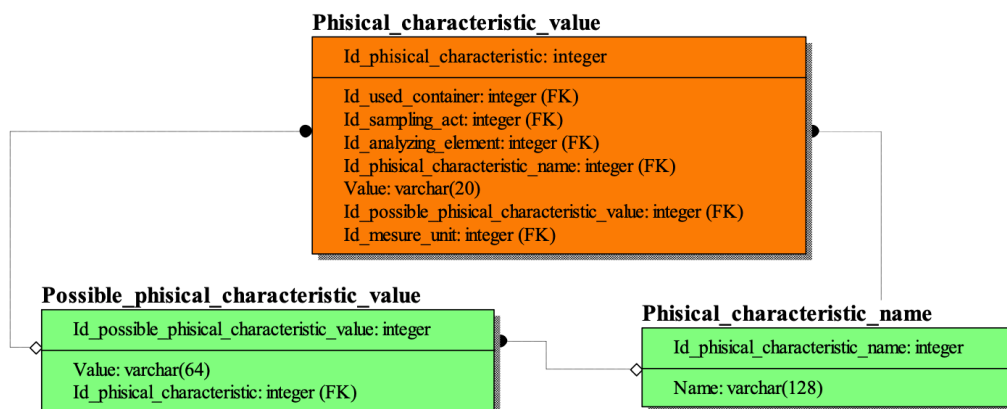


Рисунок 3.16 – Фізична схема блоку фізичних характеристик проб

Сутність: «Типи фізичних характеристик». Характеристики: назва.

Сутність: «Можливі значення характеристики». Характеристики: значення, що приймається; характеристика, до якої належить значення, що приймається.

Блок контролю доступу та розмежування прав (рисунок 3.17, додаток А, таблиці А.45.-А.51.).

Сутність: «Користувачі». Характеристики: ПІБ, логін, пошта.

Сутність: «Роль». Характеристики: назва.

Сутність: «Функція». Характеристики: назва.

Сутність: «Меню». Характеристики: Пункт меню.

Пояснення: є користувачі, яким зіставлені певні ролі. Кожній ролі відповідає певний набір функцій. Кожна функція має пункти меню, доступні для цієї функції.

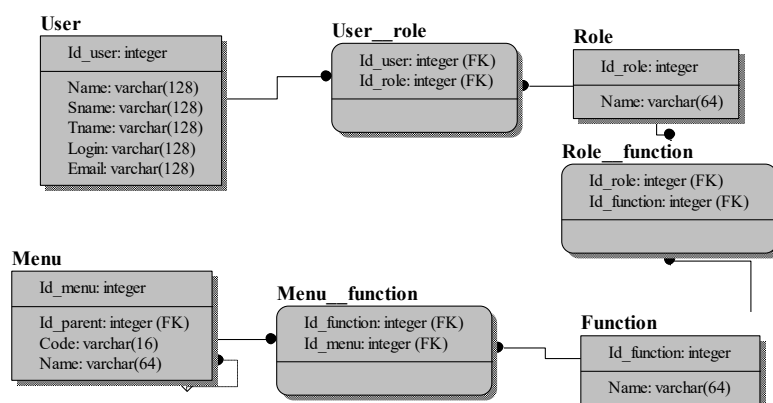


Рисунок 3.17 – Фізична схема блоку контролю доступу та розмежування прав

У розвинених мережних інфраструктурах авторизація відбувається через LDAP. Це зручно, т.я. дозволяє зберігати інформацію про користувачів у одному місці. Якщо потрібно змінити пароль, його потрібно змінити лише у системі. Ось тому в запропонованій схемі не зберігається пароль і авторизація відбувається на сторонньому сервісі.

Особливості структури БД. Так як робота проводилася в умовах великої невизначеності, структура БД створювалася максимально гнучкою з можливістю підстроювання під конкретний процес екологічного моніторингу. Приміром, є можливість динамічного додавання показників умов відбору, фізичних показників проби без зміни структури БД.

Екранні форми. Спілкування користувача з системою буде здійснюватися за допомогою легкого клієнта, написаного з використанням html+javascript та оформленого у вигляді односторінкового веб-додатку. Умовно проєктований інтерфейс можна розділити на 7 областей:

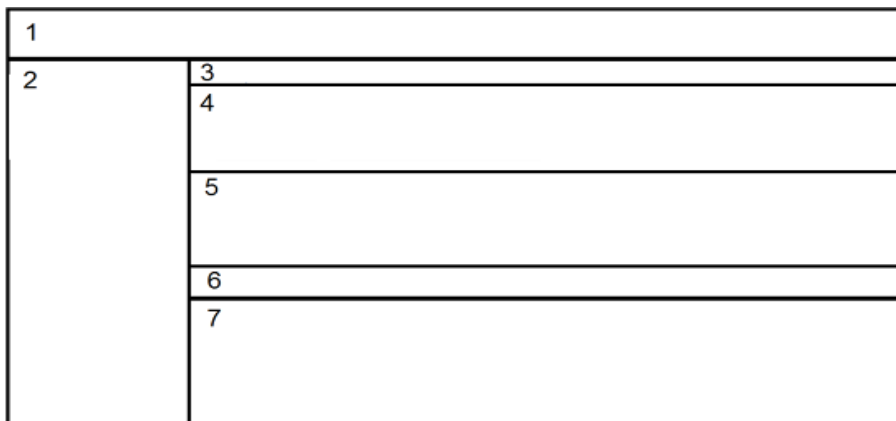


Рисунок 3.18 – Структура інтерфейсу

1 – шапка сторінки, 2 – меню, 3 – навігаційна панель, 4 – область фільтра, 5 – інформаційна панель, 6 – панель інструментів, 7 – основна таблиця.

Навігаційна панель потрібна для розуміння, де зараз знаходиться користувач. Панель інструментів являє собою набір кнопок, що дозволяють отримати додаткову інформацію або ж виконати низку операцій.

Шапка, меню, навігаційна панель є на сторінці завжди. Інші елементи можуть з'являтися за необхідності.

3.2. Розробка програмно-апаратного модуля Інтернету речей інформаційної системи економоніторингу

На наступному етапі створимо програмно-апаратний модуль інформаційної системи екомоніторингу, у вигляді веб застосунку який відображає показання датчиків у вигляді діаграми, до якої можна отримати доступ з будь-якої точки світу. Тобто розробимо клієнт *ESP32*, який

надсилає запит до сценарію PHP для публікації показань датчиків у базі даних *MySQL*.

Етап 1. Розміщення програми *PHP* і бази даних *MySQL*. Мета цього етапу полягає в тому, щоб створити власне доменне ім'я та обліковий запис хостингу, який дозволить зберігати показання датчиків з ESP32. Зможемо візуалізувати показання з будь-якої точки світу, отримавши доступ до власного домену сервера. На рисунку 3.19 представлено короткий огляд проєкту екомоніторингу на «високому» рівні:

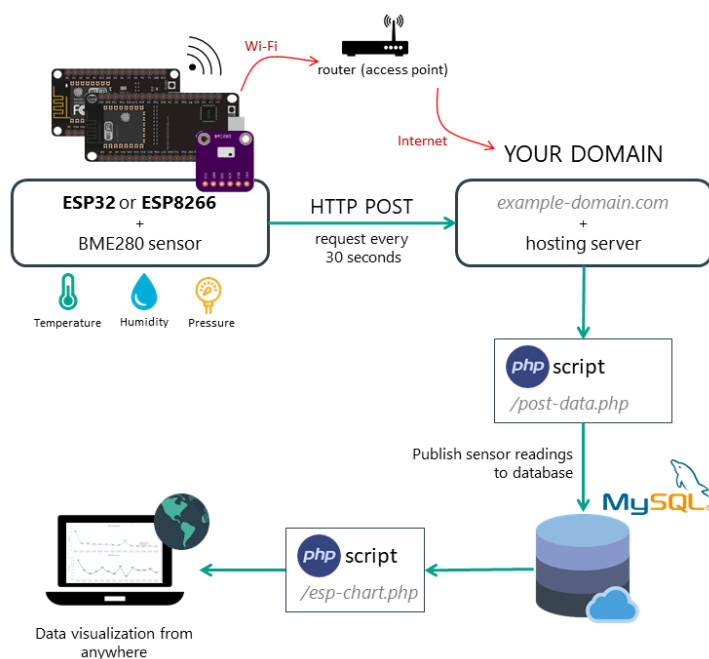


Рисунок 3.19 – Загальна схема програмно-апаратного модуля Інтернету речей інформаційної системи економоніторингу

Для реалізації програмно-апаратного модуля скористаємось субдоменом кафедрального сайту www.eco.znuiepf.com.ua

Етап 2. Підготовка бази даних *MySQL*. Для створення бази даних нами був використаний хостинг кафедрального сайту.

За допомогою майстра *MySQLDatabaseWizard* було створено базу даних з наступними параметрами (рисунок 3.20, 3.21):

Назва бази даних: `znuiepf_eco`

Ім'я користувача: znuierpf_eco

Пароль: izj04[rGKf;

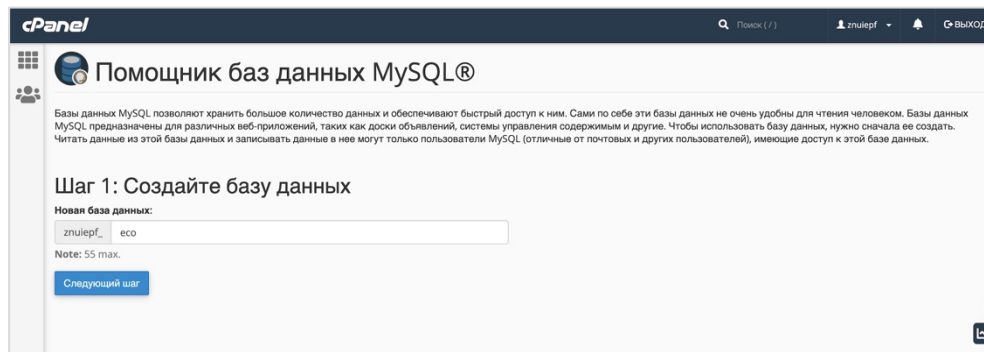


Рисунок 3.20 – Створення бази даних за допомогою майстра *MySQLDatabaseWizard*

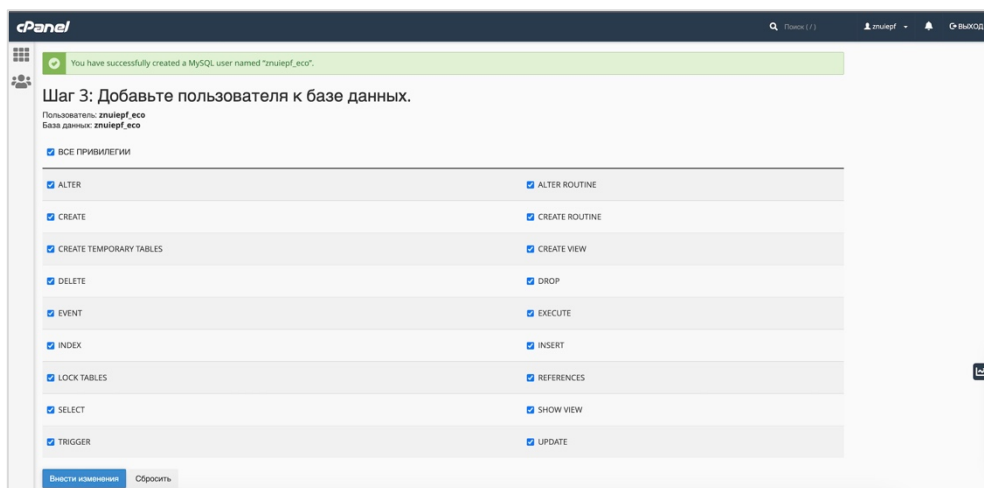


Рисунок 3.21 – Додавання користувача до бази даних

Після створення бази даних і користувача за допомогою мови запитів *SQL* було створено таблицю даних *Sensor*:

```
CREATE TABLE Sensor (
  id INT(6) UNSIGNED AUTO_INCREMENT PRIMARY KEY,
  value1 VARCHAR(10),
  value2 VARCHAR(10),
  value3 VARCHAR(10),
  reading_time TIMESTAMP DEFAULT CURRENT_TIMESTAMP ON UPDATE
CURRENT_TIMESTAMP
)
```

На рисунку 3.22 представлено процес створення таблиці *example_esp_data* засобами програмного середовища *phpMyAdmin*.

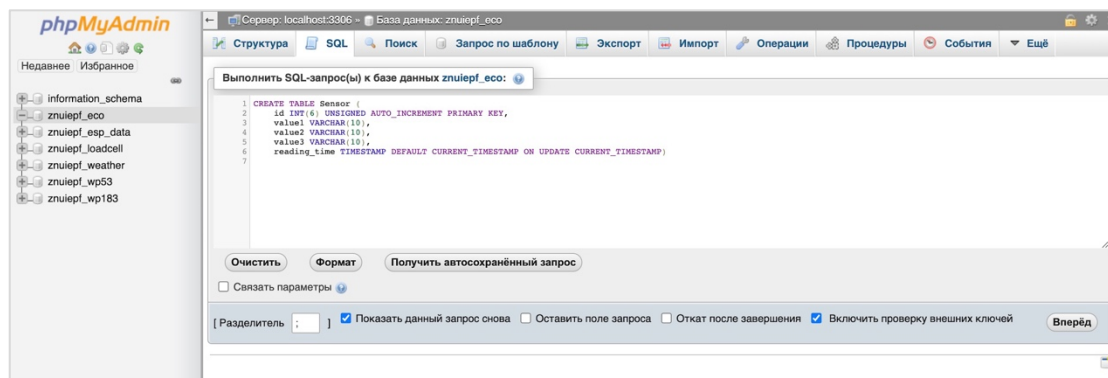


Рисунок 3.22 – процес створення таблиці *example_esp_data* засобами програмного середовища *phpMyAdmin*

Етап 3. *PHP Script HTTP POST* – додавання даних в базу даних *phpMySQL*.

На цьому етапі створимо сценарій *PHP*, який отримує вхідні запити від мікроконтролера *ESP32* і додає дані в базу даних *MySQL*.

Створимо новий файл у */eco.znuiepf.com.ua* домену *https://znuiepf.com.ua/* із цією назвою та розширенням: *post-data.php* (рисунок 3.23)

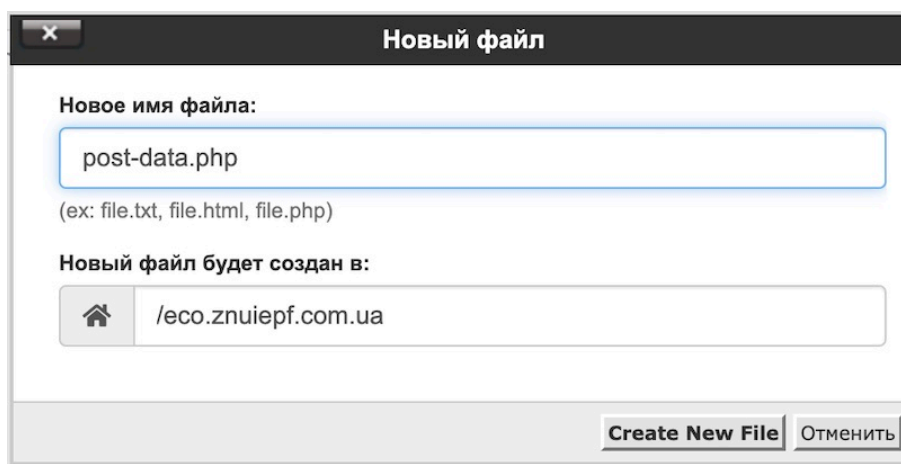


Рисунок 3.23 – Створення файлу *post-data.php* в субдоміні *eco.znuiepf.com.ua*

Файл (*post-data.php*) має наступний лістинг:

```

<?php
$servername = "localhost";
$dbname = "znuiepf_eco";
$username = "znuiepf_eco";
$password = "*****";
$api_key_value = "tPmAT5Ab3j7F9";
$api_key = $value1 = $value2 = $value3 = "";
if ($_SERVER["REQUEST_METHOD"] == "POST") {
    $api_key = test_input($_POST["api_key"]);
    if($api_key == $api_key_value) {
        $value1 = test_input($_POST["value1"]);
        $value2 = test_input($_POST["value2"]);
        $value3 = test_input($_POST["value3"]);
        $conn = new mysqli($servername, $username, $password, $dbname);
        if ($conn->connect_error) {
            die("Connection failed: " . $conn->connect_error);
        }
        $sql = "INSERT INTO Sensor (value1, value2, value3)
VALUES (" . $value1 . ", " . $value2 . ", " . $value3 . ")";
        if ($conn->query($sql) === TRUE) {
            echo "New record created successfully";
        }
        else {
            echo "Error: " . $sql . "<br>" . $conn->error;
        }
        $conn->close();
    }
    else {
        echo "Wrong API Key provided.";
    }
}
else {
    echo "No data posted with HTTP POST.";
}
function test_input($data) {
    $data = trim($data);
    $data = stripslashes($data);
    $data = htmlspecialchars($data);
    return $data;
}

```

Скрипт *post-data.php* відповідає за отримання даних з датчика та мікроконтролера і занесення їх до бази даних.

Якщо спробувати отримати доступ до свого доменного імені за наступним URL-шляхом *https://eco.znuiepf.com.ua/post-data.php*, побачимо повідомлення (рисунок 3.24):

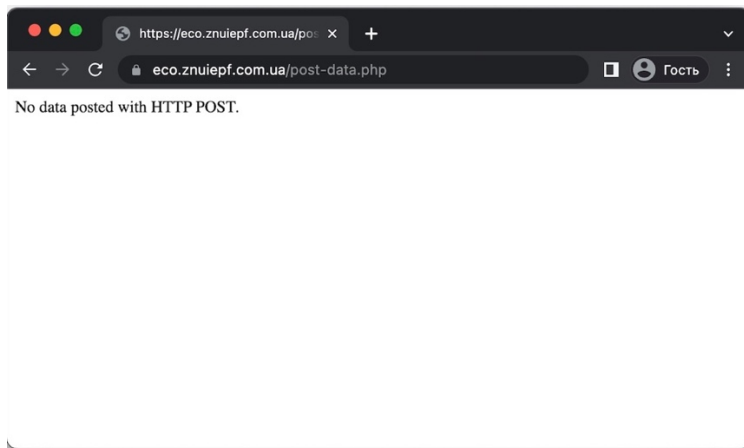


Рисунок 3.24 – Результат роботи скрипта *post-data.php* до завантаження даних з датчика

Оскільки мікроконтролер та датчик ще не інтегровані до програмно-апаратного модуля сторінка пуста.

4. Етап 4. *PHP* скрипт – візуалізація вмісту бази даних у діаграмі. Створемо ще один файл *PHP* у каталозі */eco.znuiepf.com.ua*, який відобразить вміст бази даних у вигляді діаграми на веб-сторінці. Назвемо новий файл: *esp-chart.php* (рисунок 3.25).

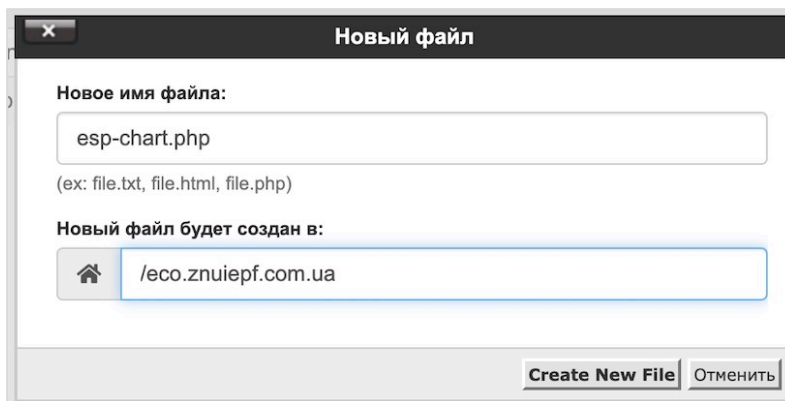


Рисунок 3.25 – Створення файлу *esp-chart.php* в субдомени *eco.znuiepf.com.ua*

Файл (*esp-chart.php*) має наступний лістинг:

```

<?php
$servername = "localhost";
$dbname = "znuiepf_eco";
$username = "znuiepf_eco";
$password = "*****";
$conn = new mysqli($servername, $username, $password, $dbname);
if ($conn->connect_error) {
    die("Connection failed: " . $conn->connect_error);
}
$sql = "SELECT id, value1, value2, value3, reading_time FROM Sensor
order by reading_time desc limit 40";
$result = $conn->query($sql);
while ($data = $result->fetch_assoc()){
    $sensor_data[] = $data;
}
$readings_time = array_column($sensor_data, 'reading_time');
$value1 = json_encode(array_reverse(array_column($sensor_data,
'value1')), JSON_NUMERIC_CHECK);
$value2 = json_encode(array_reverse(array_column($sensor_data,
'value2')), JSON_NUMERIC_CHECK);
$value3 = json_encode(array_reverse(array_column($sensor_data,
'value3')), JSON_NUMERIC_CHECK);
$reading_time = json_encode(array_reverse($readings_time),
JSON_NUMERIC_CHECK);
$result->free();
$conn->close();
?>
<!DOCTYPE html>
<html>
<meta name="viewport" content="width=device-width, initial-scale=1">
<script src="https://code.highcharts.com/highcharts.js"></script>
<style>
body {
    min-width: 310px;
    max-width: 1280px;
    height: 500px;
    margin: 0 auto;
}
h2 {
    font-family: Arial;
    font-size: 2.5rem;

```

```

        text-align: center;
    }
</style>
<body>
    <h2>ESP ECO Station</h2>
    <div id="chart-temperature" class="container"></div>
    <div id="chart-humidity" class="container"></div>
    <div id="chart-pressure" class="container"></div>
<script>
var value1 = <?php echo $value1; ?>;
var value2 = <?php echo $value2; ?>;
var value3 = <?php echo $value3; ?>;
var reading_time = <?php echo $reading_time; ?>;
var chartT = new Highcharts.Chart({
    chart: { renderTo : 'chart-temperature' },
    title: { text: 'BME280 Temperature' },
    series: [{
        showInLegend: false,
        data: value1
    }],
    plotOptions: {
        line: { animation: false,
            dataLabels: { enabled: true }
        },
        series: { color: '#059e8a' }
    },
    xAxis: {
        type: 'datetime',
        categories: reading_time
    },
    yAxis: {
        title: { text: 'Temperature (Celsius)' }
    },
    credits: { enabled: false }
});

var chartH = new Highcharts.Chart({
    chart: { renderTo:'chart-humidity' },
    title: { text: 'BME280 Humidity' },
    series: [{
        showInLegend: false,
        data: value2
    }],

```

```
plotOptions: {
  line: { animation: false,
    dataLabels: { enabled: true }
  }
},
xAxis: {
  type: 'datetime',
  categories: reading_time
},
yAxis: {
  title: { text: 'Humidity (%)' }
},
credits: { enabled: false }
});
var chartP = new Highcharts.Chart({
  chart: { renderTo: 'chart-pressure' },
  title: { text: 'BME280 Pressure' },
  series: [{
    showInLegend: false,
    data: value3
  }],
  plotOptions: {
    line: { animation: false,
      dataLabels: { enabled: true }
    },
    series: { color: '#18009c' }
  },
  xAxis: {
    type: 'datetime',
    categories: reading_time
  },
  yAxis: {
    title: { text: 'Pressure (hPa)' }
  },
  credits: { enabled: false }
});
</script>
</body>
</html>
```

Якщо спробувати отримати доступ до свого доменного імені за наступним URL-шляхом <http://eco.znuiepf.com.ua/esp-chart.php>, побачимо повідомлення (рисунок 3.26):

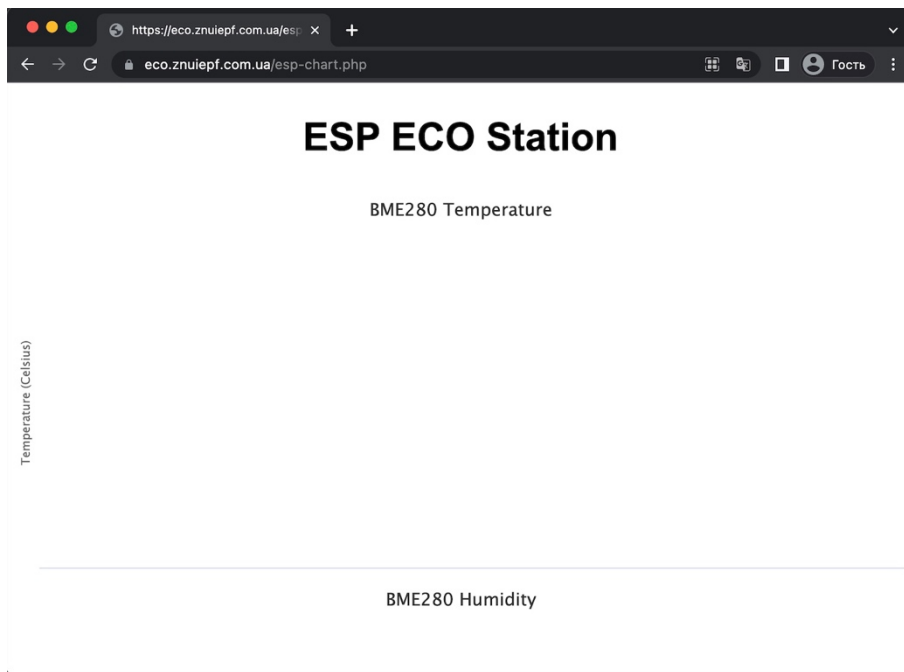


Рисунок 3.26 – Результат роботи скрипта *esp-chart.php* до завантаження даних з датчика

Зараз три діаграми порожні, мікроконтролер та датчик ще не інтегровані до програмно-апаратного модуля.

Для створення діаграм будемо використовувати бібліотеку **Highcharts**. Створимо три діаграми: температура, вологість і тиск у часі. На діаграмах відображається максимум 40 точок даних, а нове показання додається кожні 30 секунд.

Етап 5. Підготовка мікроконтролера *ESP32*.

Програмно-апаратний модуль, що розроблюється сумісний як з платами *ESP32*, так і з *ESP8266* (рисунок 3.27). Нами буде використано мікроконтролер *ESP32*.

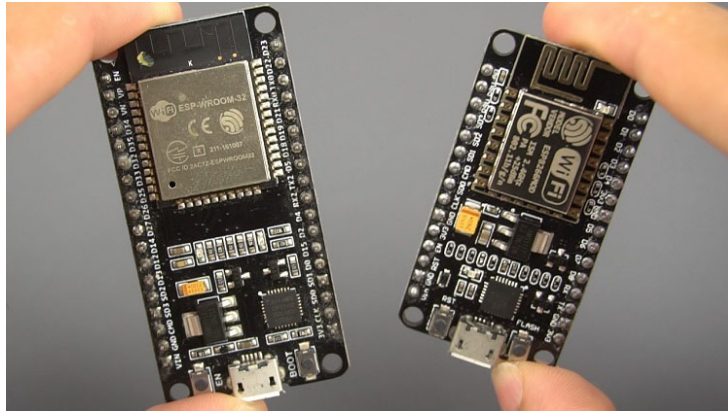


Рисунок 3.27 – Зображення мікроконтролерів *ESP 32* (ліворуч) та *ESP 8266* (праворуч)

Необхідні елементи програмно-апаратного модуля. Для програмно-апаратного модуля будемо отримувати показання датчика з датчика *BME280* (оскільки із-за війни немає змоги придбати інтегрований датчик *CCS811 + HDC1080 + BMP280*). Принцип роботи та підключення датчиків однаковий, різниця в кількості зчитуваних параметрів.

Список частин, для програмно-апаратного модуля:

1. Плата *ESP32*.
2. Датчик *BME280*.
3. Перемички.
4. Макетна дошка.

Модуль датчика *BME280*, який використовуємо, спілкується через протокол зв'язку *I2C*, тому його потрібно під'єднати до контактів *I2C* *ESP32*.

На рисунках 3.28 та 3.29 показана схема підключення мікроконтролера *ESP 32* та датчика *BME280*.

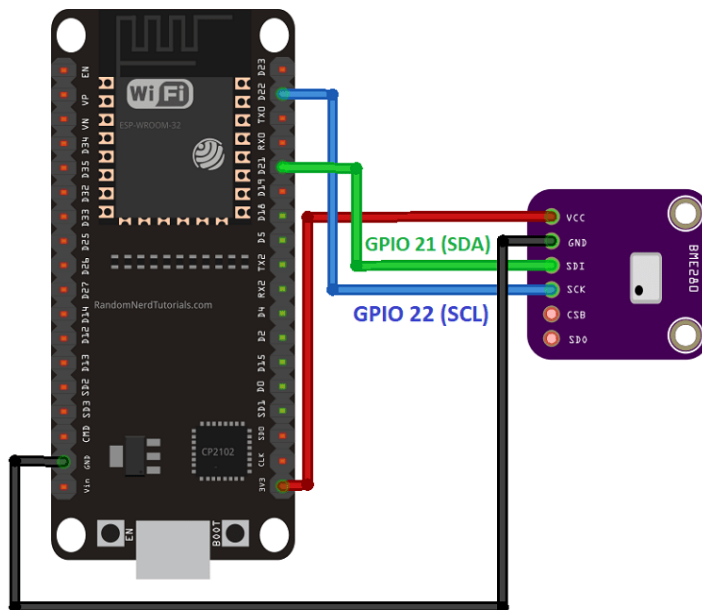


Рисунок 3.28 – Схематичне представлення підключення мікроконтролера *ESP 32* та датчика *BME280*

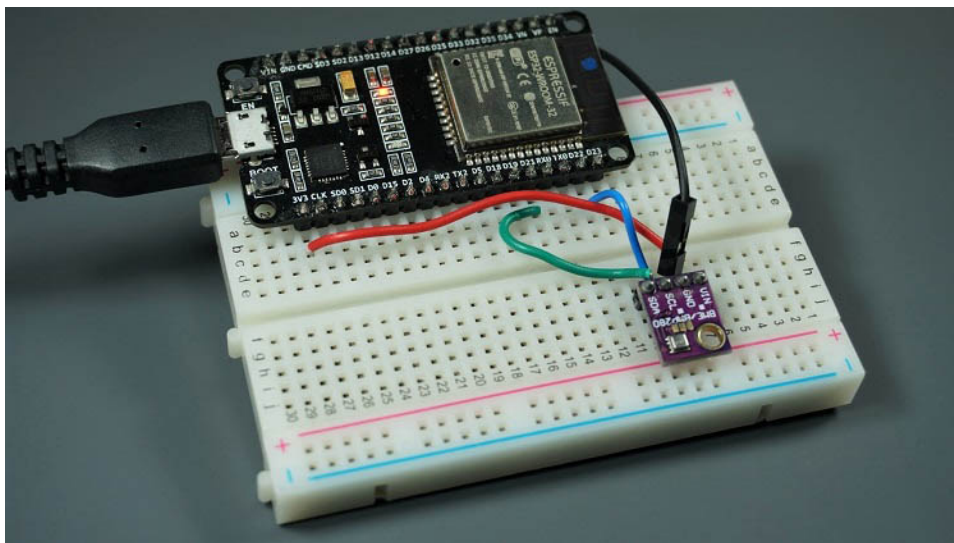


Рисунок 3.29 – Фізична реалізація підключення мікроконтролера *ESP 32* та датчика *BME280*

Запрограмуємо *ESP32* за допомогою *Arduino IDE*. У *Arduino IDE* має бути встановлено доповнення *ESP32*. Нам також потрібно встановити бібліотеку *BME280* та бібліотеку *Adafruit_Sensor*.

Після встановлення необхідних доповнень плати запрограмуємо мікроконтролер заступним кодом:


```

#ifdef ESP32
  #include <WiFi.h>
  #include <HTTPClient.h>
#else
  #include <ESP8266WiFi.h>
  #include <ESP8266HTTPClient.h>
  #include <WiFiClient.h>
#endif

#include <Wire.h>
#include <Adafruit_Sensor.h>
#include <Adafruit_BME280.h>
const char* ssid = " SkyNet";
const char* password = "*****";
const char* serverName = "http://eco.znuiepf.com.ua/post-data.php";
String apiKeyValue = "tPmAT5Ab3j7F9";
Adafruit_BME280 bme; // I2C
void setup() {
  Serial.begin(115200);
  WiFi.begin(ssid, password);
  Serial.println("Connecting");
  while(WiFi.status() != WL_CONNECTED) {
    delay(500);
    Serial.print(".");
  }
  Serial.println("");
  Serial.print("Connected to WiFi network with IP Address: ");
  Serial.println(WiFi.localIP());
  bool status = bme.begin(0x76);
  if (!status) {
    Serial.println("Could not find a valid BME280 sensor, check wiring or
change I2C address!");
    while (1);
  }
}
void loop() {
  if(WiFi.status()== WL_CONNECTED){
    WiFiClient client;
    HTTPClient http;
    http.begin(client, serverName);
    http.addHeader("Content-Type", "application/x-www-form-
urlencoded");
  }
}

```

```

String httpRequestData = "api_key=" + apiKeyValue + "&value1=" +
String(bme.readTemperature())
                        + "&value2=" + String(bme.readHumidity()) +
"&value3=" + String(bme.readPressure()/100.0F) + "";
Serial.print("httpRequestData: ");
Serial.println(httpRequestData);
int httpResponseCode = http.POST(httpRequestData);
if (httpResponseCode>0) {
    Serial.print("HTTP Response code: ");
    Serial.println(httpResponseCode);
}
else {
    Serial.print("Error code: ");
    Serial.println(httpResponseCode);
}
http.end();
}
else {
    Serial.println("WiFi Disconnected");
}
delay(30000);
}

```

Після виконання всіх кроків мікроконтролер *ESP* збере показання датчика та опублікує їх на сервері.

Результати роботи мікроконтролера можна відстежувати в *Arduino IDE Serial Monitor* (рисунок 3.30):

```

19:39:17.412 -> ($?B? ,?bbf?S856
19:39:17.412 -> entry 0x400806a8
19:39:17.691 -> Connecting
19:39:18.188 -> .....
19:39:20.206 -> Connected to WiFi network with IP Address: 192.168.1.105
19:39:20.320 -> httpRequestData: api_key=tPmAT5Ab3j7F9&value1=24.09&value2=46.02&value3=1022.47
19:39:20.472 -> HTTP Response code: 200
19:39:50.478 -> httpRequestData: api_key=tPmAT5Ab3j7F9&value1=24.13&value2=46.09&value3=1022.46
19:39:50.622 -> HTTP Response code: 200
19:40:20.655 -> httpRequestData: api_key=tPmAT5Ab3j7F9&value1=24.17&value2=45.77&value3=1022.45
19:40:20.799 -> HTTP Response code: 200
19:40:50.778 -> httpRequestData: api_key=tPmAT5Ab3j7F9&value1=24.16&value2=45.93&value3=1022.43
19:40:50.925 -> HTTP Response code: 200
19:41:20.928 -> httpRequestData: api_key=tPmAT5Ab3j7F9&value1=24.19&value2=45.76&value3=1022.41
19:41:21.074 -> HTTP Response code: 200
19:41:51.097 -> httpRequestData: api_key=tPmAT5Ab3j7F9&value1=24.21&value2=46.06&value3=1022.41
19:41:51.236 -> HTTP Response code: 200
19:42:21.260 -> httpRequestData: api_key=tPmAT5Ab3j7F9&value1=24.23&value2=45.91&value3=1022.37
19:42:21.396 -> HTTP Response code: 200

```

Рисунок 3.30 – Моніторинг передачі даних між контролером та сервером

Якщо відкрити доменне ім'я за цим URL-шляхом: <http://eco.znuiepf.com.ua/esp-chart.php> буде відображено данні з датчика в режимі реального часу. Можна побачити всі показання, збережені у базі даних (рисунок 3.31).

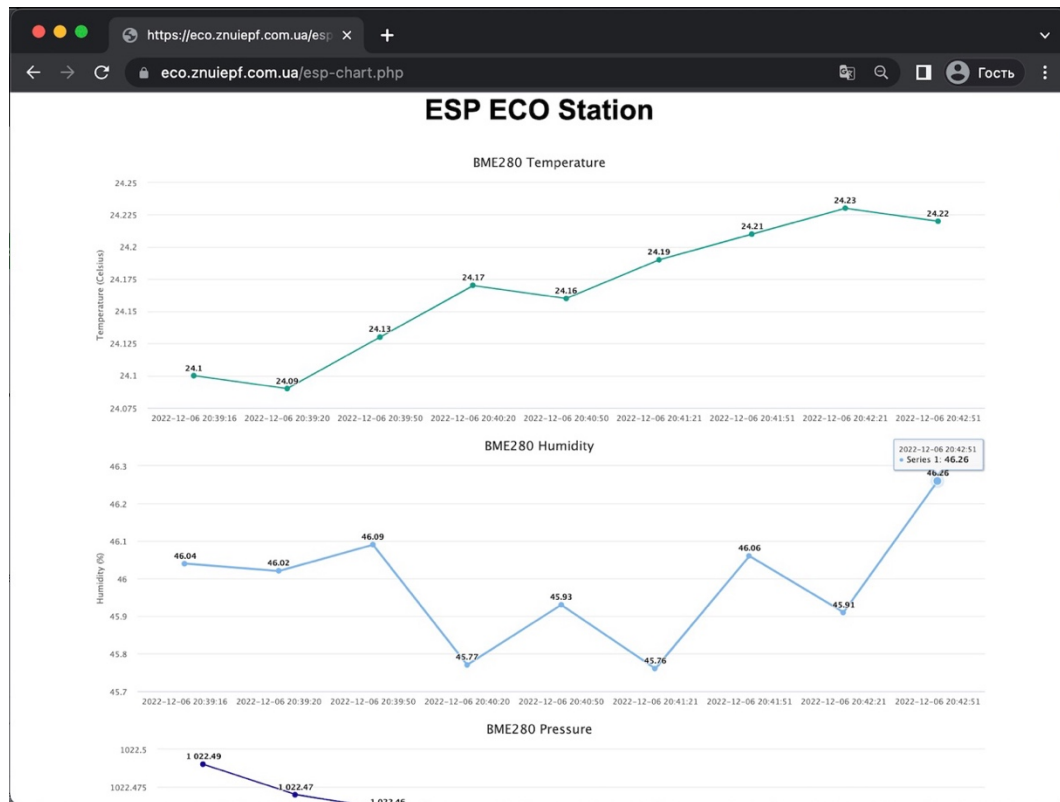


Рисунок 3.31 – Відображення показників навколишнього середовища з датчика в режимі реального часу

Також можна перейти до *phpMyAdmin*, щоб керувати даними з датчика, які зберігаються у базі даних. Можемо видаляти, редагувати, змінювати дані (рисунок 3.32).

id	value1	value2	value3	reading_time
1	24.10	46.04	1022.49	2022-12-06 20:39:16
2	24.09	46.02	1022.47	2022-12-06 20:39:20
3	24.13	46.09	1022.46	2022-12-06 20:39:50
4	24.17	45.77	1022.45	2022-12-06 20:40:20
5	24.16	45.93	1022.43	2022-12-06 20:40:50
6	24.19	45.76	1022.41	2022-12-06 20:41:21
7	24.21	46.06	1022.41	2022-12-06 20:41:51
8	24.23	45.91	1022.37	2022-12-06 20:42:21
9	24.22	46.26	1022.40	2022-12-06 20:42:51
10	24.24	46.53	1022.39	2022-12-06 20:43:21
11	24.27	46.17	1022.44	2022-12-06 20:43:51

Рисунок 3.32 – Елемент бази даних *Sensor*

Програмно-апаратний модуль може бути перенесений на інший хост, якщо це необхідно. Існує багато хмарних рішень, як безкоштовних, так і платних, які можна використовувати для публікації показань датчиків, але ці служби можуть мати кілька недоліків: обмеження на кількість читань, які можна опублікувати, кількість підключених пристроїв, хто може бачити дані тощо. Крім того, хмарний сервіс може бути видалений або змінений у будь-який час.

3.3. Висновки до розділу 3

1. Спроектовано інформаційну систему екологічного моніторингу. Мета була досягнута шляхом виконання послідовності кроків. Виконано аналіз предметної галузі, виявлено бізнес-процеси, що протікають у ній, розроблено структуру застосунку екологічного моніторингу, визначено функціональні вимоги до системи, до її основних компонентів. У процесі розробки застосунку опрацьовано великий масив неструктурованої вхідної інформації – результатом цього процесу стала модель структури даних інформаційної системи екомоніторингу. Так як аналіз проводився в умовах значної невизначеності, структура бази даних була спроектована максимально гнучко для забезпечення можливості її використання при появі раніше не врахованих факторів без зміни структури бази даних, наприклад, у разі нової характеристики відібраної проби.

2. Розроблено прототип інтерфейсу інформаційної системи екомоніторингу, продумано його структуру.

3. Розроблено програмно-апаратний модуль Інтернету речей інформаційної системи економіторингу основу якого склали мікроконтролер *ESP32* та датчик *BME280*.

ВИСНОВКИ

Мета магістерського дослідження полягала в розробці технології створення інформаційної системи екомоніторингу в рамках концепції Інтернету речей.

1. Досліджено методи екологічного моніторингу. Визначено переваги та недоліки існуючих методологій екологічного моніторингу.

2. Здійснено інформаційно-аналітичний огляді стану довкілля в м. Запоріжжя та Запорізькій області. Встановлено, що основний внесок у забруднення атмосферного повітря вносять викиди від стаціонарних джерел ПАТ «Запоріжсталь» та ВП Запорізька ТЕС АТ «ДТЕК ДНІПРОЕНЕРГО».

3. Запропоновано процес екологічного моніторингу представити у вигляді схеми: довкілля, вимірювання параметрів різними підсистемами моніторингу, збирання та передача інформації, обробка та подання даних, прогнозування.

4. Встановлено коло зацікавлених осіб з розробці інформаційної системи екологічного моніторингу. Основними з них є мешканці м. Запоріжжя, міські та обласні органи державної влади, промислові підприємства, громадські організації. На основі кола зацікавлених осіб побудовано дерево проблем та дерево цілей.

5. Обґрунтовано необхідність створення інформаційної системи екомоніторингу в рамках концепції Інтернету речей.

6. Спроектовано інформаційну систему екологічного моніторингу. Розроблено прототип інтерфейсу інформаційної системи екомоніторингу, продумано його структуру.

7. Розроблено програмно-апаратний модуль Інтернету речей інформаційної системи екомоніторингу основу якого склали мікроконтролер *ESP 32* та датчик *BME280*.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Боголюбов В. М., Клименко М. О., Мокін В. Б. Моніторинг довкілля. Вінниця : ВНТУ, 2019. 232 с.
2. Клименко М. О., Прищеп А. М., Вознюк Н. М. Моніторинг довкілля. Навчальний посіб. Рівне : УДУВГІ, 2014. 238 с.
3. Полетаєва Л. М., Сафонов Т. А. Моніторинг навколишнього природного середовища. Навч. пос. Київ : КНТ, 2007. 171 с.
4. Злобін Ю. А. Основи екології. Київ : ТОВ Лібра, 2018. 153 с.
5. Сайт Мінприроди. URL: <http://www.menr.gov.ua/> (дата звернення: 18.11.2022).
6. Сайт Інформаційно-аналітичного центру (ІАЦ) Мінприроди. URL: <https://iac-menr.rgdata.com.ua/ShowPage.aspx?PageID=200> (дата звернення: 18.11.2022).
7. Моніторинг довкілля: підручник / за ред. В. М. Боголюбова, Т. А. Сафранова. Херсон : Грінь Д.С., 2021. 530 с.
8. Мацнєв А. І., Проценко С. Б., Саблій Л. А. Моніторинг та інженерні методи охорони довкілля.: Навч. посібник. Рівне : ВАТ «Рівненська друкарня», 2000. 504 с.
10. Кубланов С.Х. Моніторинг довкілля. Київ : Мінекобезпеки, 2018. 92 с.
11. Інтерактивна веб-система моніторингу басейнів річок Європи Європейської агенції з довкілля. URL: <http://www.eea.europa.eu/themes/water/mapviewers/myRBD> (дата звернення: 18.11.2022).
12. Інтерактивна веб-система моніторингу якості поверхневих вод частини басейну річки Західний Буг. URL:

<http://zbbuvr.lutsk.ua/Monitoring/Results.html> (дата звернення: 18.11.2022).

13. Інтерактивна веб-система моніторингу якості поверхневих вод у Вінницькій області. URL: <http://edem.vstu.vinnica.ua/monitoring/> (дата звернення: 18.11.2022).

14. Карти Google Maps – комплекти супутникових та векторних карт з атрибутивним наповненням, інформаційними та фотовідеоматеріалами. URL: <http://maps.google.com/> (дата звернення: 18.11.2022).

15. Дані спостережень НАСА. URL: <http://earthobservatory.nasa.gov/> (дата звернення: 18.11.2022).

16. Дані про стан довкілля в Європі – сайт ЄАНС. URL: www.eea.europa.eu/ (дата звернення: 18.11.2022).

17. Бази даних про стан повітря ЄАНС. URL: <http://air-climate.eionet.europa.eu/databases/#aq> (дата звернення: 18.11.2022).

18. Ісаєнко В. М., Лисиченко Г. В., Дудар Т. В. Моніторинг і методи вимірювання параметрів навколишнього середовища: навчальний посібник. Київ : Вид-во Нац. авіа. ун-ту «НАУ-друк» 2009. 312 с.

19. Приклади використання ГІС-технологій – сайт фірми «Дата+» URL: www.dataplus.ru/win/Catalog (дата звернення: 18.11.2022).

20. Інформація про продукти ГІС «ArcGIS» в Україні (сайт офіційного дилера ESRI (США) – «ЕКОММСо», Україна). URL: www.ecomm.kiev.ua (дата звернення: 18.11.2022).

21. Інформація про приклади застосування та про продукти ГІС «Панорама» URL: <http://www.panorama.vn.ua/> (дата звернення: 18.11.2022).

22. Інформація про ГІС «Digitals» (сайт НВП «Геосистема», Україна). URL: www.vingeo.com (дата звернення: 18.11.2022).

23. Інформація про ГІС «VNetGIS» та інтерактивні карти областей і міст України – сайт Українського картографічного серверу. URL: www.uamap.net (дата звернення: 18.11.2022).

24. Інформація про приклади застосування, про продукти ГІС

«Marinfo»: сайт офіційного дилера продуктів Marinfo в Україні. URL: <http://isgeo.com.ua/> (дата звернення: 18.11.2022).

25. Викентьева О. Л., Кычкин А. В., Дерябин А. И., Шестакова Л. В. Архитектура сетевого управляющего комплекса здания на базе IoT устройств. *Датчики и системы*. 2018. №5. С. 32-38.

26. Гусев В. В., Гусев И. В., Христофоров Р. П., Домрачева Т. С. *Аллея науки*. 2018. Т. 2. №11(27). С. 859-865.

27. Криницин В. В. Протокол MQTT как основа шаблона «издатель – подписчик» в Интернете вещей. *Защита информации. Инсайд*. 2020. № 5(95). С. 72-76.

28. Панченко А. О. Анализ и исследование существующих протоколов Интернета вещей. *Тенденции развития науки и образования*. 2018. №36-1. С. 55-57.

29. Управление жизненным циклом информационных систем: монография Новосибирск : Издательство ЦРНС, 2014. 270 с.

30. Хасенов А. Ш. Применение стандартных протоколов связи для взаимодействия Интернета вещей в «smart home». *Вестник Казахской академии транспорта и коммуникаций им. М. Тынышпаева*. 2019. №3(110). С. 138-144.

31. Ядгарова Ю. В. Модель и алгоритм выбора программной архитектуры для систем Интернета вещей. *Программные продукты и системы*. 2019. №4. С. 682-689.

32. Стан довкілля в Запорізькій області. Інформаційно-аналітичний огляд. URL:

<https://mepr.gov.ua/files/docs/Zvit/2020/%D0%90%D0%BD%D0%B0%D0%B%D1%96%D1%82%D0%B8%D1%87%D0%BD%D0%B8%D0%B9%20%D0%BE%D0%B3%D0%BB%D1%8F%D0%B4%20%D0%BF%D1%80%D0%BE%20%D1%81%D1%82%D0%B0%D0%BD%20%D0%B4%D0%BE%D0%B2%D0%BA%D1%96%D0%BB%D0%BB%D1%8F%20%D1%83%20%D0%>

[97%D0%B0%D0%BF%D0%BE%D1%80%D1%96%D0%B7%D1%8C%D0%BA%D1%96%D0%B9%20%D0%BE%D0%B1%D0%BB%D0%B0%D1%81%D1%82%D1%96%20%D0%B7%D0%B0%20%D1%81%D0%B5%D1%80%D0%BF%D0%B5%D0%BD%D1%8C%202020%20%D1%80%D0%BE%D0%BA%D1%83.pdf](#) (дата звернення: 18.11.2022).

33. Регіональна доповідь про стан навколишнього природного середовища в запорізькій області. URL: <https://mepr.gov.ua/files/docs/%D0%97%D0%90%D0%9F%D0%9E%D0%A0%D0%86%D0%97%D0%AC%D0%9A%D0%90%20%D0%9E%D0%91%D0%9B%D0%90%D0%A1%D0%A2%D0%AC.pdf> (дата звернення: 18.11.2022).

34. Наукова робота на тему: «Оцінка техногенного навантаження на повітряний басейн промислово-міських агломерацій України». URL: https://nupp.edu.ua/uploads/files/0/events/other/2020/02/ii-tur-ekologia/roboti/05_%D0%90%D0%B3%D0%BB%D0%BE%D0%BC%D0%B5%D1%80%D0%B0%D1%86%D1%96%D1%8F.docx (дата звернення: 18.11.2022).

35. Internet of Things Global Standards Initiative. URL: <http://www.itu.int/en/ITU-T/gsi/iot/Pages/default.aspx> (дата звернення: 18.11.2022).

36. Asghar M., Mohammadzadeh N., «Design and simulation of energy efficiency in node based on MQTT protocol in Internet of Things». *International Conference on Green Computing and Internet of Things*. 2015. №32 pp. 1413-1417.

37. AWS IoT Core. Офіційний сайт сервісів Amazon Web Services URL: <https://aws.amazon.com/ru/iot-core/> (дата звернення: 18.11.2022).

38. Azure IoT Suite. Стаття Tadviser. URL: http://www.tadviser.ru/index.php?title=Продукт:Azure_IoT_Suite (дата звернення: 18.11.2022).

39. Bass A., Bauer M., Fiedler M., Kramp T., van Kranenburg R., Lange S., Meissner S. Enabling Things to Talk. Springer-Verlag GmbH, 2013. P. 325.

40. Gubbi J., Marusicet S., Buyya R., Palaniswami M. Internet of Things (IoT): A vision, architectural elements, and future directions. *Future Generation Computer Systems*. 2013. №7. pp. 1645-1660.

ДОДАТКИ

Додаток А

Таблиця А.1.

Опис полів таблиці «Аналізована речовина»

Назва	Коментар				
Analysing_element	Довідник аналізованих речовин				
Назва	Is PK	Is FK	Тип	Null option	Коментар
Id_analyzing_element	Yes	No	integer	NOT NULL	
Name	No	No	varchar(256)	NULL	Назва забруднюючої речовини
Formula	No	No	varchar(256)	NULL	Формула забруднюючої речовини. Передбачається зберігати у вигляді рядка XML, для можливості вказівки верхніх і нижніх індексів Приклад: SO₂. (Аналог нижнього індексу SO_2)
Id_danger_class	No	Yes	integer	NULL	id-класу небезпеки забруднюючої речовини

Таблиця А.2

Опис полів таблиці «Клас небезпеки речовини»

Назва	Коментар				
Danger_class	Клас небезпеки речовини. Позначаються номерами. Чим більший номер, тим небезпечніша речовина. Клас характеризується мінімальною та максимальною кількістю речовини.				
Назва	Is PK	Is FK	Тип	Null option	Коментар
Id_danger_class	Yes	No	integer	NOT NULL	
Description	No	No	varchar(512)	NULL	Додаткова інформація
Code	No	No	integer	NOT NULL	Номер класу небезпеки (замість назви класу)
Min_value	No	No	double precision	NULL	Мінімальне значення вмісту речовини, при якому воно відноситься до даного класу
Max_value	No	No	double precision	NULL	Максимальне значення вмісту речовини, при якому воно відноситься до даного класу
Id_mesure_unit	No	Yes	integer	NULL	id-одиниці вимірювання мінімального та максимального значень

Таблиця А.3.

Опис полів таблиці «Одиниця виміру»

Назва	Коментар				
Mesure_unit	Заходи вимірів. Передбачається зберігання XML-рядка для можливості вказівки верхніх та нижніх індексів Приклад: name: мг/м ³				
Назва	Is PK	Is FK	Тип	Null option	Коментар
Id_mesure_unit	Yes	No	integer	NOT NULL	
Name	No	No	varchar(256)	NOT NULL	Назва одиниці виміру Приклад: мг/м ³ . Передбачається зберігання XML-рядка для можливості вказівки верхніх та нижніх індексів

Таблиця А.4.

Опис полів таблиці «Аналізована речовина – середовище, що аналізується»

Назва	Коментар				
Element area	Опис речовин, зміст яких контролюється у цьому середовищі				
Назва	Is PK	Is FK	Тип	Null option	Коментар
Id_analyzing_element	Yes	Yes	integer	NOT NULL	Аналізована речовина
Id_area	Yes	Yes	integer	NOT NULL	Аналізоване середовище

Таблиця А.5.

Опис полів таблиці «Точки відбору»

Назва	Коментар				
Checkpoints	Точки відбору				
Назва	Is PK	Is FK	Тип	Null option	Коментар
Id_checkpoint	Yes	No	integer	NOT NULL	
Code	No	No	varchar(6)	NOT NULL	Шифр точку відбору. Приклади: W-005, S-007
Description	No	No	text	NULL	Додаткова інформація про підприємство
Longitude	No	No	float	NULL	Координати точки. Можлива прив'язка до карти.
Latitude	No	No	float	NULL	Координати точки. Можлива прив'язка до карти.
Id_area	No	Yes	integer	NOT NULL	Середовище, яке аналізується в даній точці відбору
Id_point_type	No	Yes	integer	NOT NULL	Тип точки відбору
Id_point_status	No	Yes	integer	NOT NULL	Статус точки відбору (діє, призупинено)
Id_object	Yes	No	integer	NOT NULL	Об'єкт, якому належить точка відбору

Таблиця А.6.

Опис полів таблиці «Статус точки відбору»

Назва	Коментар				
Point_status	Статус точки відбору (працює, зламана, зупинена)				
Назва	Is PK	Is FK	Тип	Null option	Коментар
Id_point_status	Yes	No	integer	NOT NULL	
Name	No	No	varchar(20)	NOT NULL	Назва статусу

Таблиця А.7.

Опис полів таблиці «Тип точки відбору»

Назва	Коментар				
Point_type	Тип точки відбору (тимчасова, постійна, пересувна)				
Назва	Is PK	Is FK	Тип	Null option	Коментар
Id_point_type	Yes	No	integer	NOT NULL	
Name	No	No	varchar(20)	NOT NULL	Назва типу точки відбору

Таблиця А.8.

Опис полів таблиці «Контрольований об'єкт»

Назва	Коментар				
Object	Контрольований об'єкт (район, підприємство, область міста, місто)				
Назва	Is PK	Is FK	Тип	Null option	Коментар
Id_object	Yes	No	integer	NOT NULL	
Id_parent_object	No	Yes	integer	NULL	Батько контрольованого об'єкта (для можливості ієрархічної організації об'єктів – місто розбити на області тощо)
Название	No	No	varchar(128)	NULL	Назва об'єкту
Id_object_type	No	Yes	integer	NULL	Тип об'єкта (область, підприємство)
Address	No	No	varchar(256)	NULL	Адреса об'єкта
Phone	No	No	varchar(15)	NULL	Телефон
Email	No	No	varchar(128)	NULL	Електронна пошта
Site	No	No	varchar(128)	NULL	Сайт
Longitude	No	No	float	NULL	Координати точки. Можлива прив'язка до карти.
Latitude	No	No	float	NULL	Координати точки. Можлива прив'язка до карти.

Таблиця А.9.

Опис полів таблиці «Аналізоване середовище»

Назва	Коментар				
Area	Тип аналізованого середовища: вода, повітря, ґрунт. Деревоподібна структура, т.к. середовище може мати підтипи (вода річкова, озерна)				
Назва	Is PK	Is FK	Тип	Null option	Коментар
Id_area	Yes	No	integer	NOT NULL	
Name	No	No	varchar (20)	NOT NULL	Тип аналізованого середовища: вода, повітря, ґрунт. Деревоподібна структура, т.к. середовище може мати підтипи (вода річкова, озерна)
Code	No	No	char	NOT NULL	

Таблиця А.10.

Опис полів таблиці «Схема об'єктів»

Назва	Коментар				
Schema	Таблиця картографічних схем об'єктів. Довгота та широта – координати лівого верхнього кута для можливості прив'язки схеми до реальної карти. Схема зберігається як зображення в окремому файлі на диску.				
Назва	Is PK	Is FK	Тип	Null option	Коментар
Id_schema	Yes	No	integer	NOT NULL	
Comment	No	No	varchar(512)	NULL	Коментар до схеми
Name	No	No	varchar(256)	NULL	Назва схеми
Longitude	No	No	float	NULL	Довгота - одна з координат лівого верхнього кута схеми для можливості прив'язки схеми до глобальної карти
Laltitude	No	No	float	NULL	Широта - одна з координат лівого верхнього кута схеми для можливості прив'язки схеми до глобальної карти.
Scale	No	No	bigint	NULL	Масштаб схеми
Filepath	No	No	varchar(512)	NULL	Шлях до файлу на диску
Id_mesure_unit	No	Yes	integer	NULL	Одиниця виміру масштабу

Таблиця А.11.

Опис полів таблиці «Контрольований об'єкт – схема»

Назва	Коментар				
Object_schema	Прив'язка об'єкта до схеми				
Назва	Is PK	Is FK	Тип	Null option	Коментар
Id_schema	Yes	Yes	integer	NOT NULL	
Id_object	Yes	Yes	integer	NOT NULL	
X	No	No	double precision	NULL	Координата об'єкта X на схемі. В якості координати може бути обраний піксель або відношення координати пікселя об'єкта до ширини схеми в пікселях, що дасть можливість масштабування картини без втрати інформації про об'єкти
Y	No	No	double precision	NULL	Координата об'єкта Y на схемі. В якості координати може бути обраний піксель або відношення координати пікселя об'єкта до висоти схеми в пікселях, що дасть можливість масштабування картини без втрати інформації про об'єкти

Таблиця А.12.

Опис полів таблиці «Точка відбору – схема об'єкта»

Назва	Коментар				
Point_schema	Таблиця прив'язки точки відбору до схеми на об'єкті				
Назва	Is PK	Is FK	Тип	Null option	Коментар
Id_schema	Yes	Yes	integer	NOT NULL	
Id_checkpoint	Yes	Yes	integer	NOT NULL	
X	No	No	double precision	NULL	Координата об'єкта X на схемі. В якості координати може бути обраний піксель або відношення координати пікселя об'єкта до ширини схеми в пікселях, що дасть можливість масштабування картинки без втрати інформації про об'єкти
Y	No	No	double precision	NULL	Координата об'єкта Y на схемі. В якості координати може бути обраний піксель або відношення координати пікселя об'єкта до висоти схеми в пікселях, що дасть можливість масштабування картинки без втрати інформації про об'єкти

Таблиця А.13.

Опис полів таблиці «Тип об'єкта»

Назва	Коментар				
Object_type	Тип об'єкта (підприємство, місто, район, область)				
Назва	Is PK	Is FK	Тип	Null option	Коментар
Id_object_type	Yes	No	integer	NOT NULL	
Name	No	No	varchar(20)	NOT NULL	Назва типу об'єкта

Таблиця А.14.

Опис полів таблиці «Нормативний документ»

Назва	Коментар				
Guidance_document	Таблиця керівних документів, що описують процеси відбору та аналізу проб, встановлені норми, квоти, гранично допустимі концентрації речовин				
Назва	Is PK	Is FK	Тип	Null option	Коментар
Id_guidance_document	Yes	No	integer	NOT NULL	
Name	No	No	varchar (128)	NOT NULL	Коротка назва керівного документа. Приклади: РД 52.04.
Filepath	No	No	varchar (512)	NULL	Повна назва керівного документа. Приклад: "ГДК хімічних речовин у воді водних об'єктів господарсько-питного та культурно-побутового водокористування"
Id_guidance_document_type	No	Yes	integer	NOT NULL	
Date_confirm	No	No	datetime	NULL	

Таблиця А.15.

Опис полів таблиці «Тип нормативного документа»

Назва	Коментар				
Guidance_document_type	Тип нормативного документа (керівний, наказ)				
Назва	Is PK	Is FK	Тип	Null option	Коментар
Id_guidance_document_type	Yes	No	integer	NOT NULL	
Name	No	No	varchar(20)	NOT NULL	Тип нормативного документа

Таблиця А.16.

Опис полів таблиці «Нормативний документ – середовище, що аналізується»

Назва	Коментар				
Guidance_document_area	Прив'язка нормативного документа до середовища, для аналізу якого використовується цей нормативний документ				
Назва	Is PK	Is FK	Тип	Null option	Коментар
Id_guidance_document	Yes	Yes	integer	NOT NULL	Нормативний документ
Id_area	Yes	Yes	integer	NOT NULL	Середовище, до якого належить нормативний документ

Таблиця А.17.

Опис полів таблиці «Методики відбору та аналізу проб»

Назва	Коментар				
Methodic	Метод виміру та аналізу. Example: name: фотометрія, електрохімічний, газова хроматографія, атомна абсорбція				
Назва	Is PK	Is FK	Тип	Null option	Коментар
Id_methodic	Yes	No	integer	NOT NULL	
Paragraphs	No	No	varchar(20)	NULL	Пункти керівного документа. Наприклад, 186-89
Id_guidance_document	No	Yes	integer	NOT NULL	Керівний документ
Name	No	No	varchar(128)	NOT NULL	Назва методики

Таблиця А.18.

Опис полів таблиці «Методи відбору та аналізу»

Назва	Коментар				
Method	Методи відбору та аналізу забруднюючих речовин				
Назва	Is PK	Is FK	Тип	Null option	Коментар
Id_method	Yes	No	integer	NOT NULL	
Name	No	No	varchar(64)	NOT NULL	Назва методу

Таблиця А.19.

Опис полів таблиці «Метод – середовище, що аналізується»

Назва	Коментар				
Method_area	Таблиця прив'язки методу до середовища, в якому він використовується. Є необов'язковою, спрощує роботу з графічним інтерфейсом				
Назва	Is PK	Is FK	Тип	Null option	Коментар
Id_method	Yes	Yes	integer	NOT NULL	Метод
Id_area	Yes	Yes	integer	NOT NULL	Середовище, в якому використовується даний метод аналізу та забору проби
Id_guidance_document	No	Yes	integer	NOT NULL	Керівний документ

Таблиця А.20.

Опис полів таблиці «Задіяні контейнери»

Назва	Коментар				
Used_container	Таблиця відповідності проби та посуду, до якого відбиралася проба. Також зберігається інформація про кількість відібраної проби (обсяг, маса)				
Назва	Is PK	Is FK	Тип	Null option	Коментар
Id_used_container	Yes	No	integer	NOT NULL	
Code	No	No	varchar(20)	NOT NULL	Шифр проби. Наприклад, шифр пробірки
Id_container_type	No	Yes	integer	NOT NULL	id-типу посуду

Таблиця А.21.

Опис полів таблиці «Тип матеріалу контейнера»

Назва	Коментар				
Material_type	Матеріал, з якого виготовлений посуд для відбору проб				
Назва	Is PK	Is FK	Тип	Null option	Коментар
Id_material_type	Yes	No	integer	NOT NULL	
Name	No	No	varchar(64)	NOT NULL	Назва матеріалу, з якого виготовлений посуд для відбору проб

Таблиця А.22.

Опис полів таблиці «Тип контейнера»

Назва	Коментар				
Container_type	Тип контейнера, до якого відбирається проба				
Назва	Is PK	Is FK	Тип	Null option	Коментар
Id_container_type	Yes	No	integer	NOT NULL	
Name	No	No	varchar(20)	NOT NULL	Назва посуду, до якого відбирається проба.
Volume	No	No	double precision	NULL	Об'єм посуду
Id_material_type	No	No	integer	NULL	id-матеріалу, з якого виготовлений посуд, для відбору проб
Id_mesure_unit	No	Yes	integer	NULL	id-одиниці вимірювання об'єму посуду

Таблиця А.23.

Опис полів таблиці «Акт відбору проби – контейнер»

Назва	Коментар				
Sampling_container	Зв'язує акт відбору проби та контейнери, до яких було відібрано аналізовані речовини				
Назва	Is PK	Is FK	Тип	Null option	Коментар
Id_used_container	Yes	Yes	integer	NOT NULL	Контейнер, до якого було відібрано пробу
Id_sampling_act	Yes	Yes	integer	NOT NULL	Акт відбору речовини
Id_analyzing_element	Yes	Yes	integer	NOT NULL	Відібрана для аналізу речовина

Таблиця А.24.

Опис полів таблиці «Люди»

Назва	Коментар				
People	Загальна таблиця осіб: контролюючих (представники контролюючих органів), лаборантів (тих, хто здійснює відбір)				
Назва	Is PK	Is FK	Тип	Null option	Коментар
Id_man	Yes	No	integer	NOT NULL	
Name	No	No	varchar(128)	NULL	Ім'я
Sname	No	No	varchar(128)	NULL	Прізвище
Tname	No	No	varchar(128)	NULL	По-батькові
Id_position	No	Yes	integer	NULL	id-посади
Id_object	No	Yes	integer	NULL	Місце роботи (один із контрольованих об'єктів)

Таблиця А.25.

Опис полів таблиці «Посада»

Назва	Коментар				
Position	Займана людиною посада				
Назва	Is PK	Is FK	Тип	Null option	Коментар
Id_position	Yes	No	integer	NOT NULL	
Name	No	No	varchar(256)	NULL	Займана людиною посада

Таблиця А.26.

Опис полів таблиці «Скани документів»

Назва	Коментар				
Scan	Таблиця сканів документів (скани актів про відбір, результати аналізу)				
Назва	Is PK	Is FK	Тип	Null option	Коментар
Id_scan	Yes	No	integer	NOT NULL	
Name	No	No	varchar(128)	NULL	Назва скана документа
Date_scan	No	No	datetime	NOT NULL	Дата сканування
Filepath	No	No	varchar(512)	NOT NULL	Шлях до скану на жорсткому диску

Таблиця А.27.

Опис полів таблиці «Акт відбору проби»

Назва	Коментар				
Sampling_act	Акт відбору проби				
Назва	Is PK	Is FK	Тип	Null option	Коментар
Id_sampling_act	Yes	No	integer	NOT NULL	
Date_sampling	No	No	datetime	NOT NULL	Дата забору проби
Id_methodic	No	Yes	integer	NULL	Використана для забору методика
Id_method	No	Yes	integer	NOT NULL	Використаний метод відбору проби
Volume	No	No	double precision	NULL	Кількість відібраної проби
Id_checkpoint	No	Yes	integer	NOT NULL	Точка відбору
Id_man	No	Yes	integer	NULL	Спостерігач
Aim	No	No	varchar(128)	NULL	Ціль відбору
Id_scan	No	Yes	integer	NULL	Скан акту відбору проби

Таблиця А.28.

Опис полів таблиці «Акт відбору проби – контейнер»

Назва	Коментар				
Sampling_container	Зв'язує акт відбору проби та контейнери, до яких було відібрано аналізовані речовини				
Назва	Is PK	Is FK	Тип	Null option	Коментар
Id_used_container	Yes	Yes	integer	NOT NULL	Контейнер, до якого було відібрано пробу
Id_sampling_act	Yes	Yes	integer	NOT NULL	Акт відбору речовини
Id_analyzing_element	Yes	Yes	integer	NOT NULL	Відібрана для аналізу речовина

Таблиця А.29.

Опис полів таблиці «Акт відбору проби – речовина»

Назва	Коментар				
Sampling_element	Порівнює акту відбору проби список відібраних речовин				
Назва	Is PK	Is FK	Тип	Null option	Коментар
Id_sampling_act	Yes	Yes	integer	NOT NULL	Акт відбору речовини
Id_analyzing_element	Yes	Yes	integer	NOT NULL	Відібрана для аналізу речовина
Id_sampling_type	No	Yes	integer	NOT NULL	Тип взятої проби

Таблиця А.30.

Опис полів таблиці «Акт відбору проби – обладнання»

Назва	Коментар				
Sampling_equipment	Таблиця містить обладнання, використане при заборі проби				
Назва	Is PK	Is FK	Тип	Null option	Коментар
Id_equipment	Yes	Yes	integer	NOT NULL	Обладнання, використане при заборі проби
Id_sampling_act	Yes	Yes	integer	NOT NULL	Акт відбору проби

Таблиця А.31.

Опис полів таблиці «Устаткування»

Назва	Коментар				
Equipment	Перелік обладнання, яке може використовуватись для взяття проб				
Назва	Is PK	Is FK	Тип	Null option	Коментар
Id_equipment	Yes	No	integer	NOT NULL	
Name	No	No	varchar(128)	NOT NULL	Назва обладнання

Таблиця А.32.

Опис полів таблиці «Тип проби»

Назва	Коментар				
Sampling_type	Тип проби: проста, разова, об'єднана, змішана				
Назва	Is PK	Is FK	Тип	Null option	Коментар
Id_sampling_type	Yes	No	integer	NOT NULL	
Name	No	No	varchar(20)	NOT NULL	Тип проби: проста, разова, об'єднана, змішана

Таблиця А.33.

Опис полів таблиці «Умови відбору»

Назва	Коментар				
Sampling_condition	Спостережені умови, за яких проводився забір проби. Можна встановити значення у вигляді числа або вибрати одне з можливих рядкових значення. Допускає опис однієї й тієї ж умови кілька разів. Наприклад, дати вітру характеристики поривчастий та 5 м/с				
Назва	Is PK	Is FK	Тип	Null option	Коментар
Id_условия_отбора	Yes	No	integer	NOT NULL	
Id_sampling_condition_type	No	Yes	integer	NOT NULL	Тип умови
Id_sampling_act	No	Yes	integer	NOT NULL	Акт відбору проби
Value_n	No	No	double precision	NULL	Числове значення, що характеризує умову відбору (наприклад, значення швидкості вітру)
Id_возможного_значения	No	Yes	integer	NULL	Колонка для зберігання одного із можливих значень умов. Наприклад, назва умови «вітер», значення «поривчастий».
Id_mesure_unit	No	Yes	integer	NULL	Одиниця виміру числового значення умови

Таблиця А.34.

Опис полів таблиці «Типи умов відбору»

Назва	Коментар				
Sampling_condition_type	Довідник умов, за яких бралася проба. Вимірювання проводять у певних умовах, перелік яких заздалегідь невідомий. Передбачається зберігати ім'я умови (температура, вологість), значення (рядок) і тип (що говорить про те, як інтерпретувати рядок). Таким чином, можна динамічно додавати нові умови вимірювань, зберігаючи структуру таблиць				
Назва	Is PK	Is FK	Тип	Null option	Коментар
Id_sampling_condition_type	Yes	No	integer	NOT NULL	
Name	No	No	varchar(128)	NULL	Називають умови відбору. Приклади: температура, вологість

Таблиця А.35.

Опис полів таблиці «Можливі значення умов відбору»

Назва	Коментар				
Possible_condition_value	Таблиця є реалізацією перерахованого типу: для кожної умови відбору Проби в таблиці зберігається припустимий набір значень, якими можна описати цю умову. Наприклад, вітер може бути поривчастим, слабким, штормовим.				
Назва	Is PK	Is FK	Тип	Null option	Коментар
Id_possible_condition_value	Yes	No	integer	NOT NULL	
Value	No	No	varchar(64)	NOT NULL	Можливе значення умови
Id_sampling_condition_type	No	Yes	integer	NULL	Тип умови

Таблиця А.36.

Опис полів таблиці «Результати аналізу»

Назва	Коментар				
Analysis_result	Таблиця результатів аналізу. Відбираються для аналізу змісту хімічних речовин. Одна проба може відбиратися для аналізу кількох речовин.				
Назва	Is PK	Is FK	Тип	Null option	Коментар
Id_analysis_result	Yes	No	integer	NOT NULL	
Date_analysis	No	No	datetime	NOT NULL	дата взяття проби
Comment	No	No	text	NULL	нотатки
Id_checkpoint	No	Yes	integer	NOT NULL	id точки взяття проби
Id_sampling_act	No	Yes	integer	NULL	
Id_methodic	No	Yes	integer	NULL	Методика, за допомогою якої проводився аналіз
Id_method	No	Yes	integer	NULL	Метод, який використовувався під час аналізу
Id_scan	No	Yes	integer	NULL	Скан результату аналізу

Таблиця А.37.

Опис полів таблиці «Етапи аналізу»

Назва	Коментар				
Analysis_stage	Строки аналізу. Аналіз деяких речовин проходить у кілька етапів				
Назва	Is PK	Is FK	Тип	Null option	Коментар
Id_analysis_stage	Yes	No	integer	NOT NULL	
Date_end	No	No	datetime	NULL	Дата закінчення етапу аналізу
Date_start	No	No	datetime	NULL	Дата початку етапу аналізу
Id_analysis_result	No	Yes	integer	NULL	id-проби

Таблиця А.38.

Опис полів таблиці «Результат аналізу – речовина»

Назва	Коментар				
Analysis_result_element	Таблиця прив'язки результату аналізу до аналізованої речовини. Відокремлена від таблиці "Результати аналізу", т.к. одна проба може використовуватися визначення концентрації кількох речовин.				
Назва	Is PK	Is FK	Тип	Null option	Коментар
Id_analysis_result	Yes	Yes	integer	NOT NULL	Ідентифікатор результату аналізу
Id_analyzing_element	Yes	Yes	integer	NOT NULL	Аналізована речовина
Value	No	No	double precision	NULL	Значення результату аналізу
Id_mesure_unit	No	Yes	integer	NULL	Одиниця виміру
Comment	No	No	text	NULL	нотатки
Inaccuracy	No	No	double precision	NULL	Похибка аналізу

Таблиця А.39.

Опис полів таблиці «Гігієнічні нормативи»

Назва	Коментар				
Health standart	Гігієнічні нормативи забруднюючих речовин у різних середовищах				
Назва	Is PK	Is FK	Тип	Null option	Коментар
Id_health_standart	Yes	No	integer	NOT NULL	
Id_analyzing_element	No	Yes	integer	NOT NULL	id-забруднюючої речовини
Id_quota_type	No	Yes	integer	NOT NULL	id-квоти (ПДК _{мр} , ПДК _{сс} , Значення)
Value	No	No	double precision	NOT NULL	Значення квоти
Id_area	No	Yes	integer	NULL	id-тип середовища (повітря, вода, ґрунт)
Id_mesure_unit	No	Yes	integer	NOT NULL	id-одиноці виміру квоти

Таблиця А.40.

Опис полів таблиці «Виділені квоти»

Назва	Коментар				
Quote_fixed	Таблиця виділених квот для підприємств				
Назва	Is PK	Is FK	Тип	Null option	Коментар
Id_quote_fixed	Yes	No	integer	NOT NULL	
Id_analyzing_element	No	Yes	integer	NOT NULL	id-забруднюючої речовини
Value	No	No	double precision	NOT NULL	значення квоти
Id_mesure_unit	No	Yes	integer	NOT NULL	id-одиниці виміру квоти
Id_quota_type	No	Yes	integer	NOT NULL	id-типу квоти (ПДКмр, ПДКсс)
Id_object	No	Yes	integer	NOT NULL	Об'єкт, якому виділено квоту
Date_start	No	No	datetime	NOT NULL	дата виділення квоти
Date_end	No	No	datetime	NOT NULL	дата закінчення виділеної квоти
Id_scan	No	Yes	integer	NOT NULL	скан документа про виділення квоти
Id_area	No	Yes	integer	NOT NULL	id-тип середовища (повітря, вода, ґрунт)

Таблиця А.41.

Опис полів таблиці «Типи квот»

Назва	Коментар				
Quota_type	Типи квот. ПДКсс ПДКмр				
Назва	Is PK	Is FK	Тип	Null option	Коментар
Id_quota_type	Yes	No	integer	NOT NULL	
Name	No	No	varchar(128)	NOT NULL	Типи квот. ПДКсс ПДКмр

Таблиця А.42.

Опис полів таблиці «Назви фізичних характеристик»

Назва	Коментар				
Physical_characteristic_name	Тип характеристики проби. Проба води може мати колір, запах. Колір і запах розглядаються як типи характеристик (тобто колір і запах - два рядки в цій таблиці)				
Назва	Is PK	Is FK	Тип	Null option	Коментар
Id_physical_characteristic_name	Yes	No	integer	NOT NULL	
Name	No	No	varchar(128)	NOT NULL	Тип характеристики проби. Проба води може мати колір, запах. Колір і запах розглядаються як типи характеристик (тобто колір і запах - два рядки в цій таблиці)

Таблиця А.43.

Опис полів таблиці «Можливі значення фізичних характеристик»

Назва	Коментар				
Possible_physical_characteristic_value	Можливі значення параметрів проби для конкретного типу параметрів. Якщо колір, запах – це типи характеристики, то червоний, зелений, тухлий – це значення характеристики				
Назва	Is PK	Is FK	Тип	Null option	Коментар
Id_possible_physical_characteristic_value	Yes	No	integer	NOT NULL	
Value	No	No	varchar(64)	NULL	Можливі значення параметрів проби для конкретного типу параметрів. Якщо колір, запах – це типи характеристики, то червоний, зелений, тухлий – це значення характеристики
Id_physical_characteristic	No	Yes	integer	NULL	id-типу характеристики

Таблиця А.44.

Опис полів таблиці «Значення фізичних характеристик проби»

Назва	Коментар				
Physical_characteristic_value	Таблиця фізичних характеристик, якими мала певна проба при заборі речовини				
Назва	Is PK	Is FK	Тип	Null option	Коментар
Id_физического_значения	Yes	No	integer	NOT NULL	
Id_used_container	No	Yes	integer	NOT NULL	Контейнер, до якого було відібрано пробу
Id_sampling_act	No	Yes	integer	NOT NULL	Акт відбору речовини
Id_analyzing_element	No	Yes	integer	NOT NULL	Відібрана для аналізу речовина
Id_physical_characteristic_name	No	Yes	integer	NOT NULL	Назва фізичної характеристики проби (наприклад, колір)
Value	No	No	varchar (20)	NULL	Числове значення фізичної характеристики (значення pH, наприклад)
Id_possible_physical_characteristic_value	No	Yes	integer	NULL	Колонка для зберігання однієї з можливих значень характеристики. Наприклад, колір можна описати обмеженим набором прикметників: червоний, синій. Ця колонка зберігається ідентифікатор «червоний» чи «синій».
Id_mesure_unit	No	Yes	integer	NULL	Одиниця виміру числового значення фізичної характеристики

Таблиця А.45.

Опис полів таблиці «Меню»

Назва	Коментар				
Menu	Відображається у програмі меню				
Назва	Is PK	Is FK	Тип	Null option	Коментар
Id_menu	Yes	No	integer	NOT NULL	
Id_parent	No	Yes	integer	NULL	
Code	No	No	varchar(16)	NOT NULL	За кодом можна визначити, яка сторінка відповідає даному пункту меню
Name	No	No	varchar(64)	NOT NULL	Назва пункту меню

Таблиця А.46.

Опис полів таблиці «Функція»

Назва	Коментар				
Function	Таблиця доступних користувачам функцій				
Назва	Is PK	Is FK	Тип	Null option	Коментар
Id_function	Yes	No	integer	NOT NULL	
Name	No	No	varchar(64)	NOT NULL	Назва функції

Таблиця А.47.

Опис полів таблиці «Меню – функція»

Назва	Коментар				
Menu_function	Таблиця прив'язки пункту меню до певної функції				
Назва	Is PK	Is FK	Тип	Null option	Коментар
Id_function	Yes	Yes	integer	NOT NULL	Функція
Id_menu	Yes	Yes	integer	NOT NULL	Меню

Таблиця 1.48.

Опис полів таблиці «Ролі»

Назва	Коментар				
Role	Таблиця ролей				
Назва	Is PK	Is FK	Тип	Null option	Коментар
Id_role	Yes	No	integer	NOT NULL	
Name	No	No	varchar(64)	NOT NULL	Назва ролі

Таблиця А.49.

Опис полів таблиці «Роль функція»

Назва	Коментар				
Role_function	Таблиця прив'язки до ролі				
Назва	Is PK	Is FK	Тип	Null option	Коментар
Id_role	Yes	Yes	integer	NOT NULL	Роль
Id_function	Yes	Yes	integer	NOT NULL	Функція

Таблиця А.50.

Опис полів таблиці «Користувачі системи»

Назва	Коментар				
User	Таблиця користувачів системи				
Назва	Is PK	Is FK	Тип	Null option	Коментар
Id_user	Yes	No	integer	NOT NULL	
Name	No	No	varchar(128)	NULL	Ім'я
Sname	No	No	varchar(128)	NULL	Прізвище
Tname	No	No	varchar(128)	NULL	По-батькові
Login	No	No	varchar(128)	NULL	Логін
Email	No	No	varchar(128)	NULL	Email

Таблиця А.51.

Опис полів таблиці «Користувач – роль»

Назва	Коментар				
User__role					
Назва	Is PK	Is FK	Тип	Null option	Коментар
Id_user	Yes	Yes	integer	NOT NULL	Користувач
Id_role	Yes	Yes	integer	NOT NULL	Роль