

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
ВІННИЦЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ АГРАРНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
ФАКУЛЬТЕТ ЕКОНОМІКИ ТА ПІДПРИЄМНИЦТВА

КАФЕДРА КОМП'ЮТЕРНИХ НАУК ТА ЕКОНОМІЧНОЇ КІБЕРНЕТИКИ

ДОМІНЧАК Руслан Станіславович

**ПРОЄКТУВАННЯ ОНЛАЙН-РЕЄСТРУ БІОМЕТАНУ З МЕТОЮ
ІДЕНТИФІКАЦІЇ ДЖЕРЕЛ ЙОГО ПОХОДЖЕННЯ**

Дипломна робота на здобуття освітнього ступеня «Бакалавр»

Галузь знань 12 «Інформаційні технології»

Спеціальність 122 «Комп'ютерні науки»

Освітньо-професійна програма «Комп'ютерні науки»

Науковий керівник: доктор філософії з економіки, старший викладач кафедри
комп'ютерних наук та економічної кібернетики Чіков Ілля Анатолійович

АНОТАЦІЯ

Дипломна робота виконана студентом групи КН-41 *Домінчаком Русланом Станіславовичем*. Тема «Проектування онлайн-реєстру біометану з метою ідентифікації джерел його походження». Робота направлена на здобуття ступеня бакалавр за спеціальністю 122 «Комп'ютерні науки».

Основний обсяг дипломної роботи становить 96 сторінок комп'ютерного тексту. Робота містить 9 таблиць та 52 рисунки. Список використаних джерел включає 31 найменування, викладених на 4 сторінках.

Метою дипломної роботи є розробка проекту онлайн-реєстру біометану з метою визначення походження його джерел.

Для досягнення поставленої мети, було досліджено загальні положення функціонування реєстрів даних, зокрема в першому розділі було здійснено опис предметного середовища, огляд існуючих реєстрів даних різної направленості та сформовано постановку задачі дипломної роботи.

В рамках другого розділу було досліджено поняття реєстру даних, виконано моделювання функціонування онлайн-реєстру біометану та варіантів його використання.

В третьому розділі було виконано проектування онлайн-реєстру біометану, зокрема описано та обрано архітектуру онлайн-реєстру, описано логічну та виконано проектування фізичної моделі бази даних онлайн-реєстру біометану у вигляді сукупності фрагментів лістингу програмного коду.

В результаті виконання дипломної роботи було розроблено файлову структуру онлайн-реєстру біометану, описано його логічну та реалізовано фізичну модель структури бази даних.

Ключові слова: реєстр, біометан, база даних, структура, архітектура, таблиця сутності, MVC, фреймворк, Laravel, СУБД, PHP, SQL, MySQL.

ЗМІСТ

| | |
|---|----|
| ВСТУП..... | 4 |
| РОЗДІЛ 1 ЗАГАЛЬНІ ПОЛОЖЕННЯ..... | 6 |
| 1.1. Опис предметного середовища | 6 |
| 1.2. Огляд наявних аналогів | 16 |
| 1.3. Постановка задачі..... | 25 |
| РОЗДІЛ 2 ІНФОРМАЦІЙНЕ ТА МАТЕМАТИЧНЕ ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ | 27 |
| 2.1. Поняття реєстру даних | 27 |
| 2.2. Моделювання функціонування онлайн-реєстру біометану | 36 |
| 2.3. Моделювання варіантів використання реєстру біометану..... | 48 |
| РОЗДІЛ 3 ПРОЄКТУВАННЯ ОНЛАЙН-РЕЄСТРУ БІОМЕТАНУ | 56 |
| 3.1. Архітектура онлайн-реєстру біометану | 56 |
| 3.2. Опис логічної моделі бази даних онлайн-реєстру біометану | 67 |
| 3.3. Проєктування фізичної моделі бази даних онлайн-реєстру біометану | 77 |
| ВИСНОВКИ ТА ПРОПОЗИЦІЇ..... | 90 |
| СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ | 93 |

ВСТУП

Біометан – це один з найбільш екологічно чистих видів палива, який отримується з природних відходів та відходів тваринництва. Використання біометану може допомогти зменшити шкідливий вплив на навколишнє середовище, оскільки він не викликає такої великої кількості CO₂, як традиційні види палива. Розробка реєстру біометану є важливим кроком в боротьбі зі зміною клімату та залежності від викопних палив. Виробництво біометану з органічних відходів, таких як стічні води, тверді побутові відходи, сільськогосподарські відходи та інші біологічні матеріали, є одним з найбільш перспективних напрямків використання відновлювальних джерел енергії. Велика перевага біометану полягає в його низьких викидах парникових газів та допомозі в зменшенні негативного впливу на довкілля. Зважаючи на це, виробництво біометану може відігравати важливу роль у зменшенні викидів парникових газів та зменшенні негативного впливу на довкілля.

Однак, як і будь-який інший вид палива, біометан повинен бути вироблений та перевезений у відповідних умовах. Щоб забезпечити якість та безпеку біометану, важливо відстежувати його походження від джерела виробництва до кінцевого споживача. Це означає, що необхідні системи контролю та сертифікації, які забезпечують, що біометан відповідає встановленим стандартам якості та безпеки.

Документи, що містять інформацію про «зелене» походження енергії, є необхідним інструментом для розвитку ринку енергії, виробленої з відновлюваних джерел. Ці документи становлять важливий елемент в системі сертифікації енергії, який гарантує, що енергія, що постачається, є з гарантованого джерела та відповідає певним стандартам. Крім того, наявність таких документів сприяє зростанню інвестицій в відновлювану енергетику та допомагає зменшити залежність від традиційних джерел енергії, що є важливим кроком у збереженні довкілля та боротьбі зі зміною клімату. Це дасть можливість підтвердити, що певний обсяг біометану, який подається до газотранспортної або газорозподільної системи, був вироблений саме з використанням біомаси. Це в

свою чергу зможе привернути більше інвестицій у сектор відновлюваної енергетики та забезпечити стабільний розвиток енергетичного сектору в цілому.

У зв'язку з цим, стає все більш актуальною необхідність розробки реєстру біометану, який би включав в себе інформацію про виробників, об'єкти виробництва, кількість виробленого біогазу та інші дані. Такий реєстр став би важливим інструментом для контролю якості та кількості виробленого біометану в Україні, а також допоміг би забезпечити перспективи розвитку цієї екологічної галузі.

Метою дипломної роботи є проектування онлайн-реєстру біометану з метою ідентифікації джерел його походження.

Для досягнення поставленої мети, були визначені наступні задачі:

виконати аналіз предметного середовища

дослідити поняття реєстру даних;

виконати моделювати функціонування онлайн-реєстру біометану та варіантів його використання;

описати та обрати архітектуру онлайн-реєстру;

розробити логічну та фізичну моделі бази даних та виконати проектування файлової структури онлайн-реєстру.

Об'єктом дослідження є онлайн-реєстр біометану та його функціонування з метою ідентифікації джерел його походження.

Предметом дослідження є процес проектування та розробки інформаційних систем.

Для проектування онлайн-реєстру біометану використовувалися сучасні технології та програмне забезпечення, зокрема мова програмування PHP, система управління базами даних MySQL, мова моделювання UML та фреймворк Laravel. Застосування цих засобів дозволило забезпечити високу ефективність та надійність реєстру, а також спростити процес його розробки та підтримки.

РОЗДІЛ 1

ЗАГАЛЬНІ ПОЛОЖЕННЯ

1.1. Опис предметного середовища

У зв'язку із загрозою вичерпання корисних копалин як джерела енергії, стає дедалі більш актуальним пошук альтернативних джерел енергії для задоволення потреб людства. Сьогодні багато країн світу ставлять перед собою амбітні цілі щодо використання енергії відновлюваних джерел. Важливим кроком в цьому напрямку є розвиток енергоефективних технологій та виробництво енергоефективного обладнання. Це дозволить зменшити споживання енергії та знизити витрати на її виробництво. Крім того, важливо популяризувати серед населення використання енергоефективних пристроїв та забезпечити їх доступність на ринку.

Одним з основних завдань національної енергетики є знаходження та використання екологічно чистих та відновлюваних джерел енергії, щоб забезпечити енергетичну безпеку та зменшити негативний вплив на довкілля. Найбільш раціональним рішенням є перехід на виробництво та використання відновлювальних джерел енергії, зокрема вироблених із агробіомаси. Виробництво відновлюваних джерел енергії стане поштовхом до забезпечення не лише енергетичної безпеки, а й енергетичної автономії підприємств, окремих галузей економіки та енергетичної незалежності країни. Одним із напрямів біоенергетики, який здатен замінити споживання традиційного виду палива – природного газу, є виробництво біометану, який може використовуватися для забезпечення тепла та електроенергії, як паливо для транспорту, а також як сировина для хімічної промисловості. Реалізації проєктів із виробництва біометану в Україні сприяє наявний значний технічний та сировинний потенціал аграрного сектору економіки [1].

Біометан – це газ, який отримують із біологічних відходів. Біометан виготовляють з різних видів органічних речовин, таких як рослинний матеріал, що залишається після збирання врожаю, тверді побутові відходи, гній тощо. За

допомогою спеціального процесу, відомого як анаеробний розклад, ці матеріали перетворюють на газ, який можна використовувати для виробництва електроенергії, опалення та інших цілей.

Біометан вважається відновлювальним джерелом енергії, оскільки його можна виготовляти з відходів, які інакше були б просто утилізовані. Для виробництва біометану використовуються спеціальні біогазові установки. Варто зауважити, виробництво біометану потребує великих затрат на обладнання та технології, що може зробити його менш доступним для використання. Також важливо враховувати екологічні аспекти виробництва біометану, оскільки некоректне використання сировини може призвести до негативного впливу на навколишнє середовище.

Біометан (метан, отриманий з органічних відходів) є одним з видів біогазу, який можна використовувати як джерело енергії. Це джерело енергії стає дедалі більш популярним у світі, оскільки воно є більш екологічно чистим та відновлюваною енергією, порівняно з традиційними джерелами енергії, такими як нафта та вугілля. Використання біометану також сприяє зменшенню викидів парникових газів, таких як вуглекислий газ, що сприяє боротьбі зі зміною клімату та покращенню якості навколишнього середовища. Він може бути вироблений шляхом переробки біомаси, що дозволяє знизити викиди парникових газів і покращити стан довкілля.

Біометан має декілька переваг перед іншими видами палива, такими як бензин або дизельне паливо. По-перше, біометан виробляється із відходів, що робить його дешевшим та екологічно безпечним видом палива. Він може бути використаний як екологічно чисте паливо для автомобілів, електростанцій тощо і дозволяє знизити викиди шкідливих речовин в атмосферу. По-друге, він може бути використаний для забезпечення електричної енергії в різних галузях, таких як промисловість, аграрний сектор та житлово-комунальне господарство. Це забезпечує енергонезалежність та допомагає знизити витрати на енергоспоживання. Крім того, біометан є відновлювальним джерелом енергії, що зменшує нашу залежність від нестійких та обмежених запасів нафти та газу.

Біометан грає важливу роль у забезпеченні енергонезалежності та покращенні стану довкілля. Він є одним з ключових елементів в сучасній енергетичній стратегії, що спрямована на створення стійкого та безпечного енергетичного майбутнього, який базується на використанні відновлювальних джерел енергії та енергоефективних технологій, що забезпечують економічний та екологічний розвиток, зменшують викиди вуглецю та зберігають природні ресурси для майбутніх поколінь.

Даний вид енергетичної продукції сьогодні лише набирає популярності у забезпеченні енергонезалежності у порівнянні з іншими джерелами енергії, такими як нафта, газ або вугілля. Зокрема, це пов'язано з технічними та економічними обмеженнями, а саме з виробництвом біометану. Зокрема з обмеженим доступом до сировини, складністю технологій переробки та високими витратами на виробництво порівняно з іншими джерелами енергії. Також, виробництво біометану є залежним від погодних умов та вимагає великих площ для вирощування сировини. Однак, розвиток технологій та сприяння відповідних державних політик можуть допомогти збільшити внесок біометану у забезпеченні енергонезалежності в майбутньому. У таблиця 1.1 наведено дані щодо виробництва біометану та його внесок у енергонезалежність в різних країнах світу за даними 2020 року.

Таблиця 1.1

Виробництво біометану та його внесок у енергонезалежність країн

| Країна | Виробництво біометану (млн м ³ /рік) | Внесок у енергонезалежність (%) |
|-----------|--|------------------------------------|
| Німеччина | 10,1 | 0,8 |
| Швеція | 2,8 | 1,1 |
| Франція | 1,9 | 0,3 |
| Швейцарія | 1,3 | 2,4 |
| США | 1,1 | 0,02 |
| Канада | 0,8 | 0,1 |
| Австрія | 0,6 | 0,2 |

Джерело: складено на основі [2]

Виробництво біометану відіграє важливу роль у забезпеченні енергетичної безпеки та розвитку стійкої енергетики. Таблиця демонструє стан виробництва

біометану та його внесок у енергонезалежність в різних країнах світу за даними 2020 року. Виробництво біометану відіграє важливу роль у забезпеченні енергетичної безпеки та розвитку стійкої енергетики. Однак, даний вид енергетичної продукції сьогодні не такий помітний у забезпеченні енергонезалежності у порівнянні з іншими джерелами енергії, але має потужні перспективи до розвитку.

Біометан має великий потенціал як екологічно чисте джерело енергії. Він може стати альтернативою традиційним видам палива, таким як нафта та вугілля, що мають негативний вплив на довкілля та здоров'я людей. Крім того, використання біометану може допомогти у зменшенні відходів та забезпеченні сталого розвитку. Виробництво біометану може знизити залежність від нафтових палив, зменшити викиди вуглекислого газу та інших шкідливих речовин, а також зменшити кількість відходів, що сміять довкілля. Зараз біометан широко застосовується у багатьох країнах світу, в тому числі і в Україні, де з'являється все більше виробників цього виду палива.

Біометан, який є подібним до природного газу, може бути використаний для виробництва тепла та електроенергії, як моторне паливо для транспорту, а також для використання в побуті та у якості сировини для хімічної промисловості. Виробництво біометану передбачає переробку побічних продуктів сільського господарства, промислові та побутові відходи на енергію, що сприяє повторному використанню поживних речовин для землеробства. При цьому, процес виробництва біометану може включати не тільки переробку відходів, але й використання спеціально вирощених енергетичних культур, які можуть бути використані як біомаса для виробництва біогазу та біометану. Це дозволяє зменшити використання корисних копалин, таких як нафта та газ, та зберегти навколишнє середовище.

Біометан є екологічним паливом, оскільки його виробництво засноване на переробці відходів, що дозволяє уникнути їх накопичення та зменшити викиди в атмосферу. Крім того, виробництво біометану може забезпечити Україну додатковим джерелом енергії та зменшити залежність від імпортного

природного газу.

Біомаса є четвертим за значенням джерелом палива в світі, що забезпечує близько 2,2 млрд т на рік, що становить майже 16% від загального споживання первинних енергоносіїв. Понад 72% відновлюваних джерел енергії походять із біомаси. Зараз швидко відбувається перехід до більш раціонального використання біомаси. Виробництво та споживання біопалива зростає по всьому світу, тому для України дуже важливо не відставати від передових світових тенденцій у цьому напрямку, особливо з огляду на недостатню забезпеченість власним викопним паливом.

Розвиток біоенергетики є надзвичайно важливим та перспективним як для забезпечення енергетичної безпеки, так і для сталого розвитку країни. Україна, згідно з останніми дослідженнями, має значний потенціал біомаси та органічних відходів для виробництва енергії [3]. Ці ресурси можуть бути використані для забезпечення енергетичної безпеки та екологічної стійкості країни. Однак, на жаль, використання цих ресурсів на сьогоднішній день є обмеженим внаслідок недостатньої уваги до цього напрямку та відсутності необхідної інфраструктури. Проте, існують можливості для розвитку цього сектору, які можуть бути використані для збільшення обсягів виробництва та підвищення ефективності використання цих цінних ресурсів. Наприклад, можуть бути розроблені нові технології переробки біомаси та органічних відходів, що дозволять зменшити втрати та збільшити кількість енергії, яку можна отримати з цих ресурсів. Крім того, можуть бути створені сприятливі умови для інвестування у цей сектор та розвитку необхідної інфраструктури, що дозволить збільшити кількість виробництва та забезпечити стабільний розвиток енергетичного сектору України [4].

Незважаючи на труднощі, спричинені військовою агресією Росії, інтерес до біометанового виробництва стрімко зростає. Україна має великий простір для розвитку цього напрямку, що зумовлене екологічністю біометану, перспективністю його виробництва за рахунок великої кількості органічних відходів, можливістю заміни імпортного природного газу та відсутністю

необхідності масштабної модернізації газорозподільчих мереж та газотранспортної системи для використання біометану.

Україна має значний потенціал для виробництва біометану. Зокрема, велика кількість органічних відходів, що утворюються в сільському господарстві, промисловості та побуті, можуть бути використані для виробництва біометану. За даними Біоенергетичної асоціації України, потенційно у країні є можливість виробляти до 10 млрд м³ на рік [5]. Половина з цього обсягу становить переробка решток після збирання врожаю, таких як солома, стебла кукурудзи та соняшнику. Ще четверта частина складається з кукурудзяного силосу, а інша – з відходів харчової промисловості, осаду стічних вод, органічної складової побутових відходів та тваринницьких підприємств. Водночас обсяги власного видобутку палива нашою країною становлять близько 20-21,5 млрд м³ на рік, а щорічний обсяг його імпорту палива – у середньому становить 9-10 млрд м³ на рік.

Ринок біометану має значний потенціал для забезпечення енергетичної незалежності України. Так, за останні п'ять років кількість біогазових установок в Україні збільшилась втричі – з 21 од. у 2017 р. до 60 од. у 2021 р., а виробництво біогазу, в свою чергу, зросло з 45 млн м³ до 267 млн м³, з яких потенціал біометану – 160 млн м³ (рис. 1.1, 1.2).

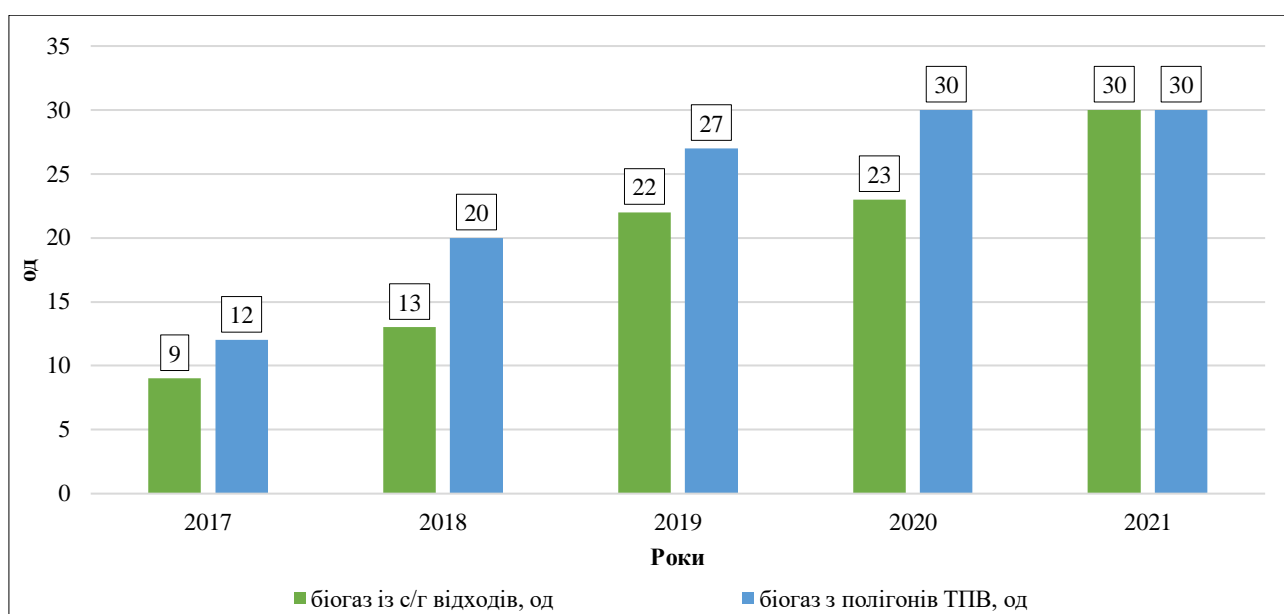


Рисунок 1.1. – Кількість біогазових установок, од.

Джерело: [6, 7]

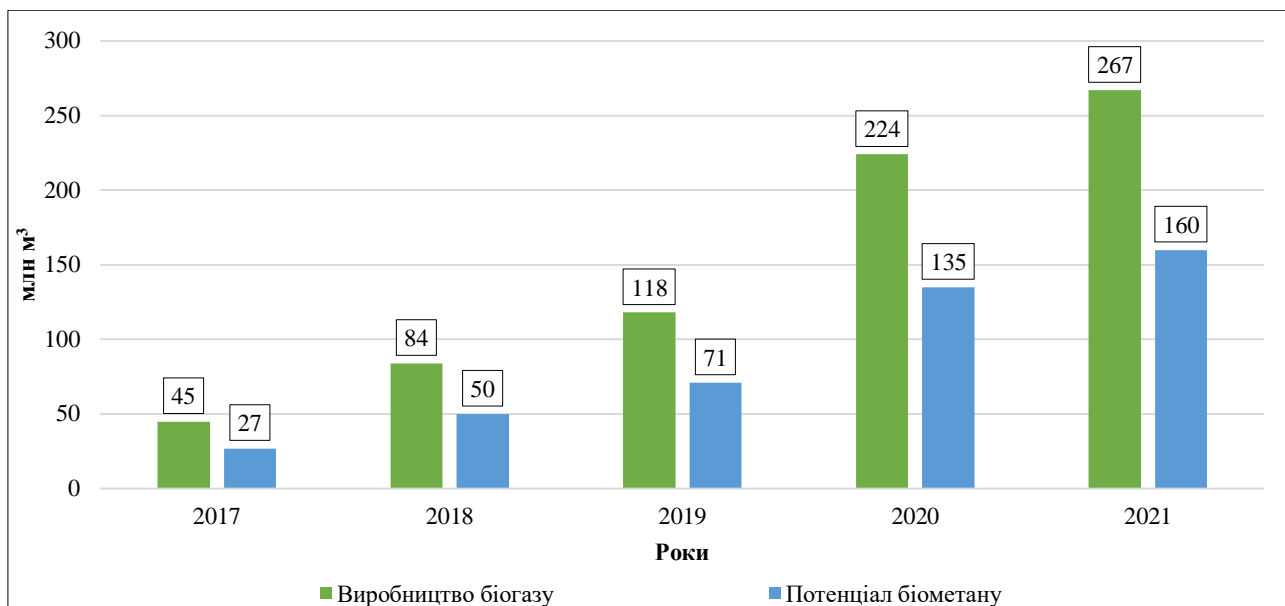


Рисунок 1.2. – Виробництво біогазу, потенціал біогазу, млн м³

Джерело: [6, 7]

Високо оцінює перспективи країни Біоенергетична асоціація. За їх повідомленнями, біометан має суттєву перевагу стосовно біогазу. Також він може використовуватися як повний аналог природного газу. Тому розвиток виробництва біометану може стати важливим кроком у забезпеченні енергетичної безпеки та зменшенні залежності від імпортованого природного газу. Проте, наразі в Україні фактичний обсяг виробництва біометану значно менший за потенціал, і виникає потреба в подальшому розвитку цієї галузі, що в перспективі може ляже в основу імпортозаміщення біометаном.

Виробництво біометану є економічно, екологічно та енергоефективнішим, ніж виробництво електро- чи теплової енергії, адже біометан є повноцінною альтернативою заміщення природного газу та одразу може подаватися до газорозподільної та газотранспортної системи. Так, на сьогодні, є два способи почати виробляти біометан з біогазу: будувати нову комплексну станцію для виробництва біометану, яка включатиме біогазову станцію та станцію збагачення біогазу, або переорієнтувати існуючі біогазові станції, які виробляли електрику або тепло, на виробництво біометану з додатковою будівлею та реконструкцією. Дослідження Біоенергетичної асоціації України надає важливу інформацію для розвитку виробництва біометану в Україні. За результатами

досліджень Біоенергетичної асоціації України можна визначити, які області мають більший потенціал у виробництві біометану, і де можна сконцентрувати зусилля на розвиток даної галузі. Найбільший потенціал виробництва біометану за оцінками асоціації мають Вінницька, Київська, Черкаська та Полтавська області, тому можна зосередитись на цих територіях для розвитку виробництва біометану. З іншого боку, Закарпатська та Чернівецька області мають менший потенціал у виробництві біометану, тому можуть бути менш пріоритетними для інвестування в дану галузь (рис. 1.3).

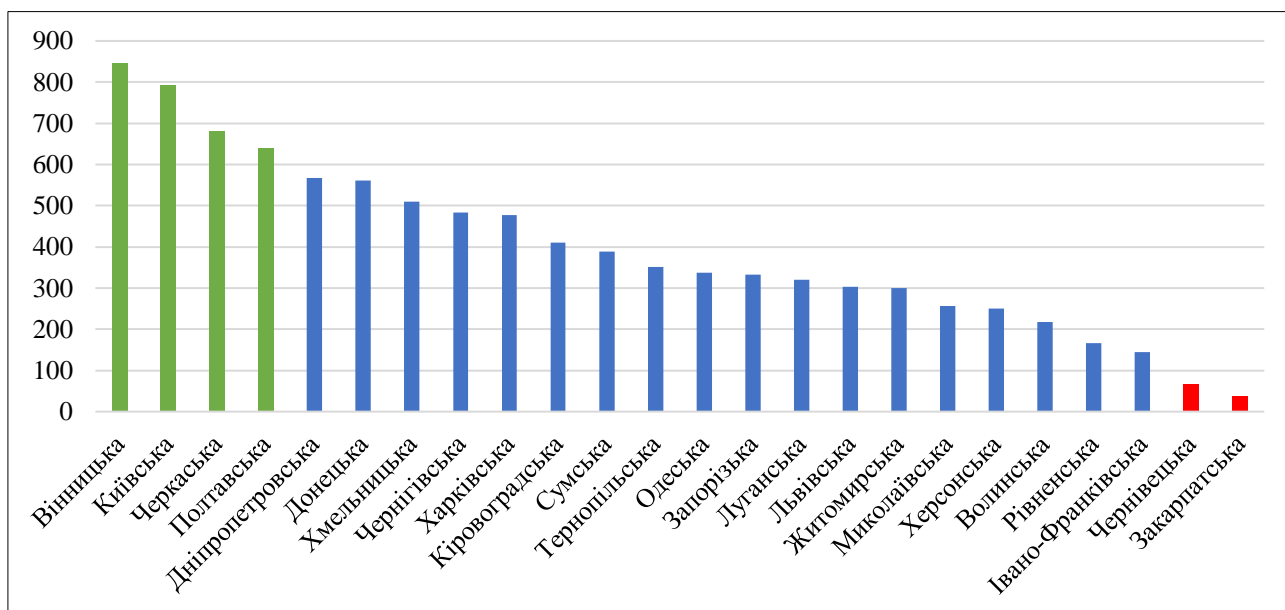


Рисунок 1.3. – Потенціал виробництва біометану в Україні, млн м³, 2021 р.

Джерело: [1, 2]

Таким чином, до кінця 2022 року в країні запрацюють перші два біометанові заводи. Зокрема на Чернігівщині потужністю до 3 млн м³ палива на рік, та на Вінниччині ПрАТ «МХП» планує будівництво другої черги біогазової електростанції потужністю 12 млн м³ на рік в м. Ладижині як заводу з виробництва біометану для потреб компанії. У межах співпраці планується побудувати завод, який буде найбільш ефективним у виробництві високопротеїнових кормів, продовольчої вуглекислоти, олії та біоетанолу, з мінімальним викидом парникових газів і відповідно до найвищих світових стандартів щодо енергоефективності та зменшення викидів парникових газів. Крім того, енергетичні ресурси, використовувані на заводі, будуть

відновлюваними. У 2023 році планують доєднатися ще п'ять виробників.

Можливості розвитку виробництва біометану в Україні залежать від економічних та правових чинників, які впливають на умови його зростання. Згідно із зазначеним, у 2021 р. Верховна Рада ухвалила Закон України «Про внесення змін до деяких законів України щодо розвитку виробництва біометану» № 1820-IX від 21.10.2021 р. [8]. Законом передбачається, що запуск реєстру біометану та приведення нормативно-правових актів у відповідність із зазначеним Законом. Згідно із прийнятою Постановою «Про затвердження Порядку функціонування реєстру біометану» № 823 у 22.07.2022 р. біометану Держенергоефективності повинен здійснити протягом 6 місяців після прийняття вказаної постанови [9]. Окрім цього, Національна комісія (НКРЕКП) внесла зміни в кодекси газотранспортної (ГТС) і газорозподільної (ГРС) систем, у яких уточнила вимоги до біометану для подачі в газові мережі.

Як зазначають Гончарук І. та Вовк В. стримуючими факторами виробництва біометану на законодавчому рівні в Україні виступають [1]:

1) не затверджений на законодавчому рівні Технічний регламент природного газу (зміни у частині розширення допустимої частки вмісту кисню (O₂) в біометані). Для виробників біометану це є надважливим питанням, оскільки показник допустимої частки вмісту кисню у біометані для можливості використовувати його як альтернативу природному газу суттєво впливає на інвестиційну привабливість біометанових проєктів;

2) не введений у дію реєстр біометану, який за рахунок прозорості походження виробленого палива дозволить не тільки використовувати його в Україні, але і експортувати через газотранспортні системи у інші країни.

Разом з цим, автори наводяться основні передумови які існують для запровадження ринку біометану в Україні як зі сторони попиту, так і зі сторони пропозиції [1]:

1) необхідність диверсифікації джерел постачання енергоресурсів та забезпечення енергетичної незалежності економіки України;

2) політична доцільність заміщення придбання і споживання природного

газу з росії;

3) необхідність підтримання функцій газотранспортної системи України із забезпечення населення та промисловості достатніми обсягами газу в разі зменшення або повної зупинки його транзиту територією України;

4) внесок у зобов'язання України зі скорочення викидів парникових газів за Паризькою кліматичною угодою 2015 року;

5) подальша інтеграція з енергоринком ЄС, із зобов'язанням виробляти зафіксовану частку енергії з відновлюваних джерел;

6) участь на ринку ЄС із торгівлі біогазу та біометану, що дає можливість отримати додаткову фінансову мотивацію;

7) економічна доцільність заміщення викопних видів енергоресурсів біометаном при ціні на природний газ більше 600-700 євро/1000 м³;

8) наявність розвиненої газорозподільчої та газотранспортної систем із можливістю накопичення газу в підземних сховищах;

9) наявність значного парку автомобільної техніки (сільськогосподарської, комунальної), яку можна перевести на споживання стисненого біометану;

наявність власного флоту та портів зі значним товаропотоком, які є потенційними споживачами скрапленого біометану.

Вирощування енергетичних культур та збирання соломи для виробництва біометану може стати не тільки ефективним рішенням для забезпечення власних потреб України в енергоресурсах, але і відкрити шлях до створення «біометанового хабу» у Європі. Якщо Україна буде розвивати виробництво біометану на рівні, який відповідає її потенціалу, то країна матиме можливість експортувати свій біометан на зарубіжні ринки. Це не тільки забезпечить додатковий дохід для економіки України, але й сприятиме зменшенню залежності Європи від імпорту енергії з Росії та інших країн, які можуть бути політично нестабільними або непередбачуваними у своїй зовнішній політиці. Таким чином, розвиток виробництва біометану може мати важливе значення для забезпечення енергетичної незалежності не лише України, але й всієї Європи.

Однак, хоча використання біометану на внутрішньому ринку вже можливе,

для його експорту потрібно розробити та запровадити реєстр біометану, що гарантуватиме його походження. Реєстр буде містити відомості про виробника біометану, його склад, вміст газів та інші параметри, які необхідні для контролю якості та ефективної торгівлі цим видом енергії. Ідея створення реєстру полягає в тому, щоб запобігти продажу підробленого біометану та забезпечити довіру споживачів до цього виду енергії. Загалом, виробництво біометану є важливим кроком у стабілізації енергетичної сфери України в умовах енергетичного тероризму з боку росії та під час процесу відбудови.

1.2. Огляд наявних аналогів

Зі зростанням обсягу накопичення та зберігання інформації, реєстри даних стають все більшими та складнішими, а їх ефективна обробка та аналіз даних стає важливою складовою управління ними. Аналіз реєстрів даних є важливим етапом в процесі розуміння та виявлення закономірностей у поведінці процесів та явищ, що відбуваються в системі.

Державний реєстр ведеться уповноваженим органом держави з метою накопичення, обробки інформації та надання певним відомостям офіційного визнання. Вважається, що якщо не доведено інше, інформація, наведена в державному реєстрі є правильною та правдивою і не підлягає доказуванню. Конкретне наповнення та значення інформації, що наведена у відповідному реєстрі, визначається відповідним положенням про такий реєстр.

Реєстри даних є важливим елементом сучасних інформаційних систем, які забезпечують збір, зберігання та обробку даних. Аналіз реєстрів даних є важливим етапом в процесі розуміння та виявлення закономірностей у поведінці процесів та явищ, що відбуваються в системі. Застосування аналізу даних дозволяє виявляти проблеми та помилки в роботі системи, зменшувати ризики виникнення аварійних ситуацій, а також підвищувати ефективність функціонування системи в цілому. Опис алгоритмів аналізу реєстрів даних є важливим елементом дослідження та допомагає виявити нові залежності та взаємозв'язки між даними, що дозволяє покращити якість прийняття рішень та

планування в майбутньому. У зв'язку з цим, опис аналогів реєстрів даних є необхідним для забезпечення якісної та ефективної обробки та аналізу інформації.

У даній дипломній роботі буде проведено огляд та порівняння різних реєстрів даних з метою виявлення найбільш ефективного та придатного для вирішення поставлених задач. Будуть проаналізовані основні характеристики кожного з аналогів, включаючи швидкість зберігання та обробки даних, можливості для аналізу та візуалізації даних, рівень безпеки та захисту інформації, можливості інтеграції з іншими інформаційними системами та зручність використання. Результати порівняння аналогів реєстрів даних допоможуть визначити оптимальний варіант для використання в даній системі та підвищення її ефективності та надійності.

Першим у списку реєстрів, який пропонується розглянути у контексті реєстрів даних, є Державний реєстр речових прав на нерухоме майно (ДРРП). Цей реєстр є одним із найбільш важливих та широко використовуваних реєстрів у галузі нерухомості, оскільки містить інформацію про правовий статус нерухомості та може бути використаний в різних сферах, таких як підтвердження власності, здійснення операцій з нерухомістю, оцінка майна та інші (рис. 1.4).

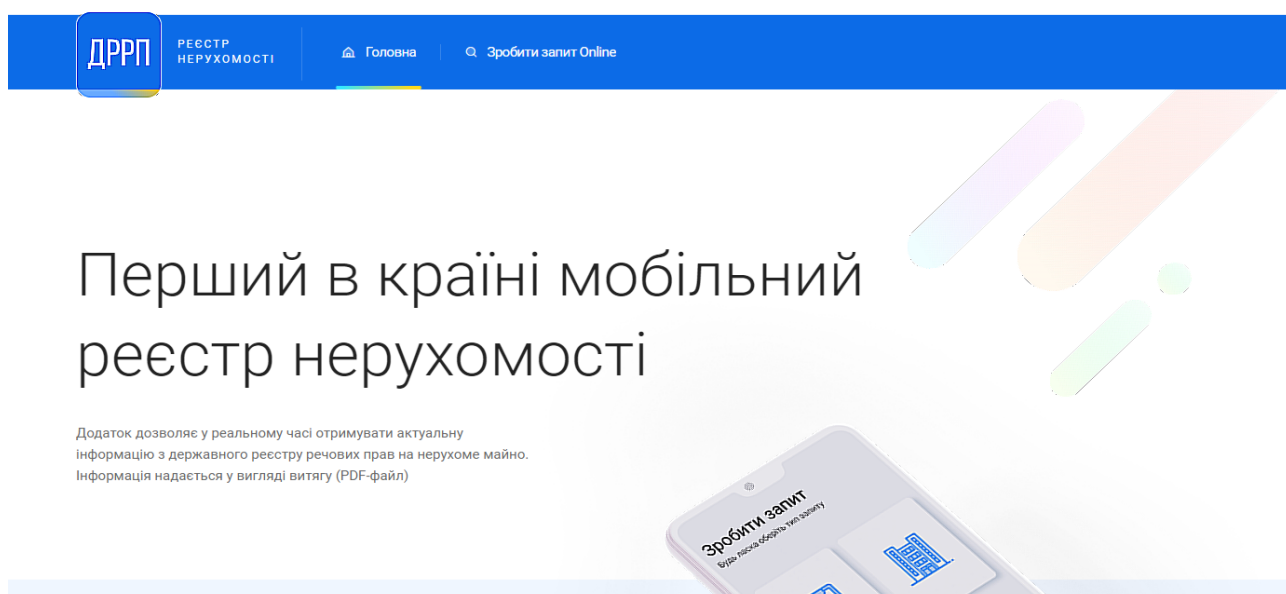


Рисунок 1.4. – Головна сторінка Державного реєстр речових прав на нерухоме майно

Джерело: [10]

Сайт Державного реєстру речових прав на нерухоме майно надає можливість швидко та зручно отримати інформацію про права власності на нерухоме майно в Україні. Дизайн веб-сайту Державного реєстру речових прав на нерухоме майно відразу привертає увагу своєю простотою та лаконічністю. Він виглядає досить мінімалістичним, але в той же час, містить усю необхідну інформацію. Головна сторінка сайту містить невелику кількість тексту та головні категорії, які можуть бути цікавими для користувачів. Такий дизайн дозволяє легко зорієнтуватися на сайті та швидко знайти необхідну інформацію. Крім того, простий та зрозумілий дизайн сприяє швидкому завантаженню сторінок, що є дуже важливим для користувачів, які мають обмежений доступ до Інтернету.

На головній сторінці можна ввести запит на пошук нерухомості за різними критеріями, включаючи адресу, кадастровий номер, номер документу тощо. Сторінка містить основні функції сайту, такі як пошук за адресою або кадастровим номером, відображення інформації про об'єкт нерухомості, перегляд правової інформації тощо. Всі ці функції дуже зручні та легкі у використанні. Крім того, сайт містить інформацію про тарифи на послуги ДРРП та про можливість звернутися до онлайн-підтримки для отримання додаткової допомоги.

Що стосується можливостей сайту, то він надає користувачам можливість отримати достовірну інформацію про стан прав власності на нерухоме майно та їх обтяжень, що є важливим для забезпечення правової безпеки та захисту власності. Однак, слід зазначити, що сайт має свої обмеження, зокрема, він не надає інформацію про всі можливі обтяження нерухомості, такі як арешт, заборону розібрати будівлю та інші. Крім того, сайт має певні технічні обмеження, зокрема, він не завжди надає можливість отримати повну інформацію про об'єкт нерухомості.

Сайт має адаптивний дизайн, що дозволяє користувачам зручно переглядати його на різних пристроях, включаючи мобільні телефони, планшети та інші портативні пристрої. На мобільній версії сайту деякі елементи можуть

бути неправильно відображені на екрані мобільного пристрою. Також, інформація на сайті може бути складною для сприйняття користувачами, які не мають достатнього досвіду з нерухомістю або правової інформації.

Нижче наведено таблицю, в якій наведено переваги та недоліки веб-сайту Державного реєстру речових прав на нерухоме майно. Вона дозволяє більш детально проаналізувати можливості та обмеження даного ресурсу (табл. 1.2).

Таблиця 1.2

Переваги та недоліки користувацького інтерфейсу реєстру ДРРП

| Переваги | Недоліки |
|--|--|
| Простий та зрозумілий дизайн | Деякі елементи можуть бути неправильно відображені на мобільній версії |
| Адаптивний дизайн для зручного використання | Інформація може бути складною для сприйняття для користувачів без досвіду в нерухомості та правовій інформації |
| Легко у використанні та зручні функції | Обмежена кількість інформації та функцій порівняно з деякими іншими реєстрами нерухомості |
| Швидкий та точний пошук інформації | Деякі функції можуть бути недоступні без сплати |
| Можливість замовлення виписки з реєстру онлайн | Можуть виникати технічні проблеми з платіжними системами при онлайн-оплаті |
| Наявність мобільної версії для зручного використання | Можливість помилкових даних через неправильне заповнення або неперевірену інформацію |

Джерело: складено автором на основі [10]

З одного боку, на сайті реалізовано можливість швидкого та зручного пошуку інформації про нерухомість та її власників, що дозволяє зекономити час та зусилля користувачів. Крім того, на сайті надано можливість отримати різноманітну інформацію про об'єкти нерухомості, в тому числі їх стан, характеристики та історію власності.

З іншого боку, на сайті можуть виникати труднощі у використанні та пошуку інформації для користувачів без досвіду в нерухомості та правовій інформації. Крім того, варто звернути увагу на те, що інформація на сайті може бути неактуальною або неповною через те, що сайт не постійно оновлюється, а деякі елементи можуть бути неправильно відображені на мобільній версії.

У цілому, сайт є корисним інструментом для отримання інформації про

права власності на нерухоме майно в Україні, але, як і будь-який інструмент, має свої обмеження та потребує додаткового дослідження та перевірки інформації, що надається на сайті, перед тим, як вживати дійсних заходів у відношенні нерухомості. Крім того, слід звернути увагу на те, що сайт має свої технічні обмеження, такі як обмеження в доступі до деякої інформації або труднощі у використанні деяких функцій.

Незважаючи на ці обмеження, є інструментом для власників нерухомості, юристів, нерухомість агентів та інших зацікавлених осіб, які потребують швидкого та зручного доступу до інформації про права власності на нерухоме майно в Україні.

Наступним пропонується розглянути веб-сайт Єдиного реєстру з оцінки впливу на довкілля (рис. 1.5).

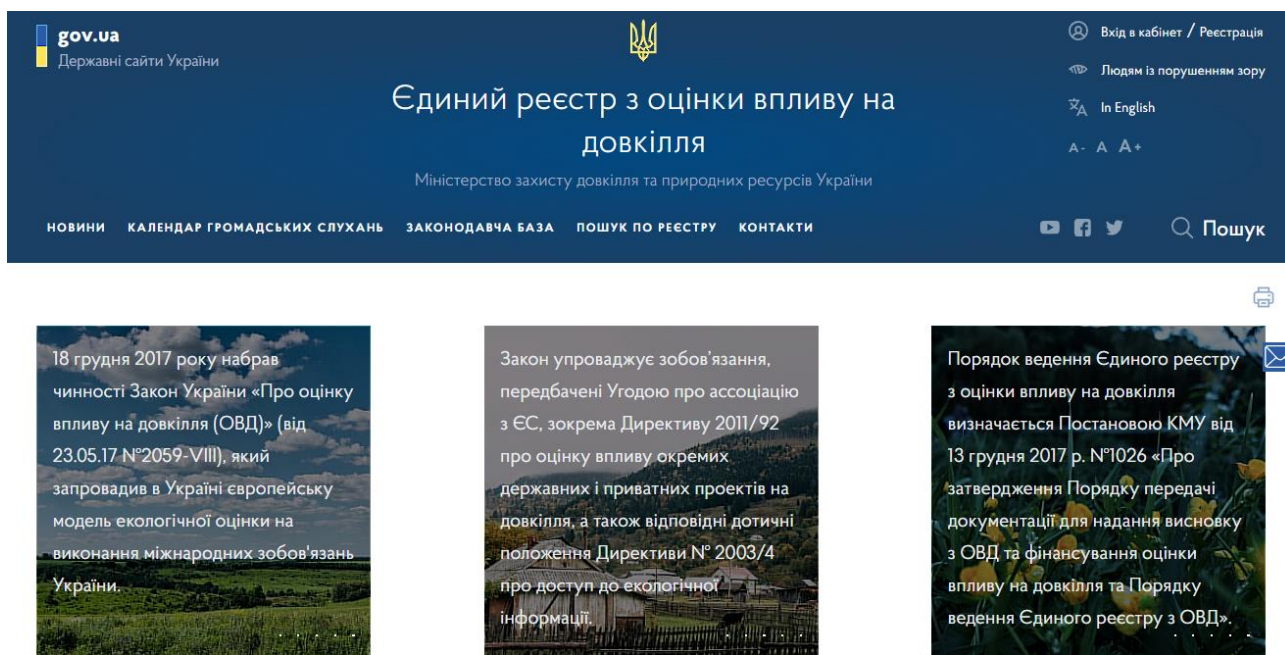


Рисунок 1.5. – Головна сторінка Єдиного реєстру з оцінки впливу на довкілля

Джерело: [11]

Сайт є офіційним веб-порталом системи екологічної оцінки впливу на довкілля, що належить до компетенції Міністерства енергетики та захисту довкілля України. Веб-сайт Реєстру ОВД є окремою частиною Реєстру з відкритим доступом, яка має на меті офіційне публікування документації з

оцінки впливу на довкілля та забезпечення інформування суб'єктів оцінки впливу на довкілля та інших зацікавлених сторін про хід та результати проведення оцінки впливу на довкілля планованої діяльності. Основна мета порталу полягає в забезпеченні доступу до інформації щодо екологічної оцінки впливу на довкілля та мінімізації наслідків для довкілля.

Веб-ресурс характеризується простим та зрозумілим дизайном, який дозволяє легко зорієнтуватися на сторінках та швидко знайти необхідну інформацію. Головна сторінка містить основні розділи та підрозділи порталу, які спрощують навігацію, що дуже зручно для користувачів. Сайт містить достатньо велику кількість інформації, але у багатьох випадках вона представлена у вигляді сканованих документів, що може ускладнити її пошук та аналіз.

Основне меню сайту складається з кількох розділів, які дозволяють легко знайти потрібну інформацію. Кожен розділ містить список підрозділів, які дозволяють швидко знайти потрібну інформацію. На сайті міститься велика кількість інформації щодо екологічної оцінки проектів, яка може бути корисною для вивчення та використання. Крім того, сайт містить інформацію про законодавство, яке регулює процедуру оцінки впливу на довкілля, що належно відображає важливість екологічної оцінки. Усі матеріали на сайті представлені якісно та у доступній формі, що робить зручним їх використання та забезпечує належний рівень інформаційної підтримки процедури оцінки впливу на довкілля.

Під час аналізу веб-сайту було виявлено, що на головній сторінці сайту присутні повідомлення про новини. Ця інформація може бути корисною для користувачів, які хочуть бути в курсі останніх подій та новин, пов'язаних з оцінкою впливу на довкілля. Структура сайту досить проста та зрозуміла, що дозволяє користувачам з легкістю знаходити необхідну інформацію. Крім того, на сайті розміщена контактна інформація для зв'язку з представниками Міністерства, що дозволяє отримувати більш детальну інформацію та консультації з цих питань. Наприклад, можна звернутися до фахівців Міністерства, щоб отримати поради щодо випуску небезпечних речовин, використання родовищ корисних копалин тощо. Крім того, на сайті можна

знайти актуальні новини, пов'язані з екологічною ситуацією в Україні та за кордоном, і ознайомитися зі звітами та звітністю Міністерства щодо різних аспектів діяльності.

Однією з важливих переваг сайту є наявність розширеної пошукової системи, що дозволяє швидко знайти необхідні документи та інформацію, використовуючи ключові слова та фільтри (рис. 1.6).

Всі реєстраційні справи

| | | |
|--|---|---------------------------------------|
| Пошук за назвою <input type="text"/> | Дата з <input type="text"/> | Дата по <input type="text"/> |
| Назва підприємства <input type="text"/> | Область <input type="text" value="Область"/> | КОАТУУ <input type="text"/> |
| Номер <input type="text"/> | <input type="button" value="Очистити"/> | <input type="button" value="Знайти"/> |

Знайдено **1294** справи

| | | | | | | |
|----------|---------|-----------------|-----------|---------|-----------|------------------------|
| Номер ↑↓ | Дата ↑↓ | Підприємство ↑↓ | Статус ↑↓ | Область | КОАТУУ ↑↓ | Суб'єкт господарювання |
|----------|---------|-----------------|-----------|---------|-----------|------------------------|

Експлуатація комплексу (нафтобази) ПП "Укрпалетсистем" за адресою: вул. Героїв України, 21, м. Чоп, Закарпатська область.

[→ Переглянути справу](#)

| Номер реєстраційної справи | Дата публікації | Назва підприємства | Статус | Область | КОАТУУ | Суб'єкт господарювання |
|----------------------------|-----------------|--|---------------|---------|--------|------------------------|
| 202341810599 | 19 April 2023 | ПРИВАТНЕ ПІДПРИЄМСТВО "УКРПАЛЕТСИСТЕМ" | ● Оприлюднено | | | |

Рисунок 1.6. – Система пошук веб-сайту Єдиного реєстру з оцінки впливу на довкілля

Джерело: [11]

На сайті є можливість зареєструватися. Користувачі, які бажають лише спостерігати за процесами оцінки впливу на довкілля і не мають наміру подавати або завантажувати документи, можуть зареєструватися за допомогою своєї електронної адреси. Однак, суб'єкти господарювання, які збираються ініціювати справи з ОВД і подавати або завантажувати документи, повинні зареєструватися в Системі та прив'язати свій електронний цифровий підпис (ЕЦП).

Аналізуючи позитивні та негативні аспекти, можна сформулювати уявлення про функціональність та ефективність цього реєстру (рис. 1.7).

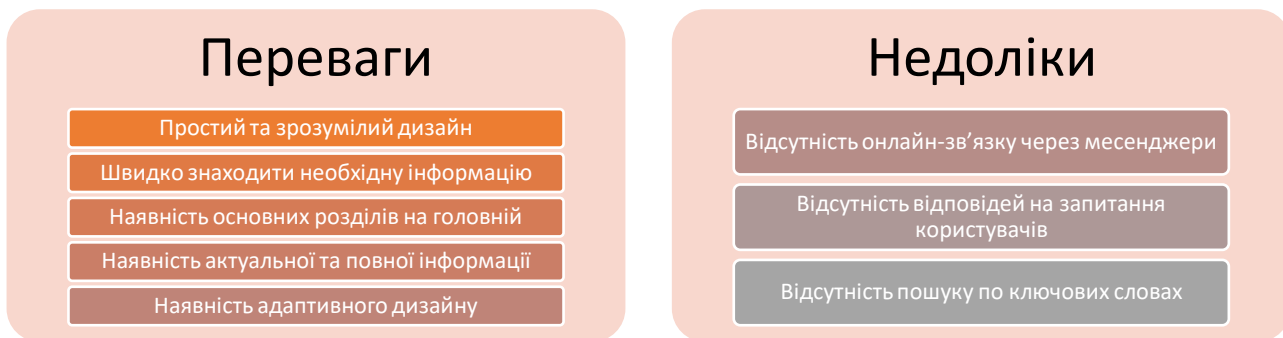


Рисунок 1.7. – Переваги та недоліки веб-сайту Єдиного реєстру з оцінки впливу на довкілля

Джерело: [11]

Отже, сайт є цікавим у контексті широкого набору специфічних характеристик. Він є корисним інструментом для користувачів, які шукають інформацію про процедуру оцінки впливу на довкілля, однак функціональність сайту та зручність використання може бути покращена.

Далі до розгляду пропонується сайт «Портал відкритих даних» (рис. 1.8).

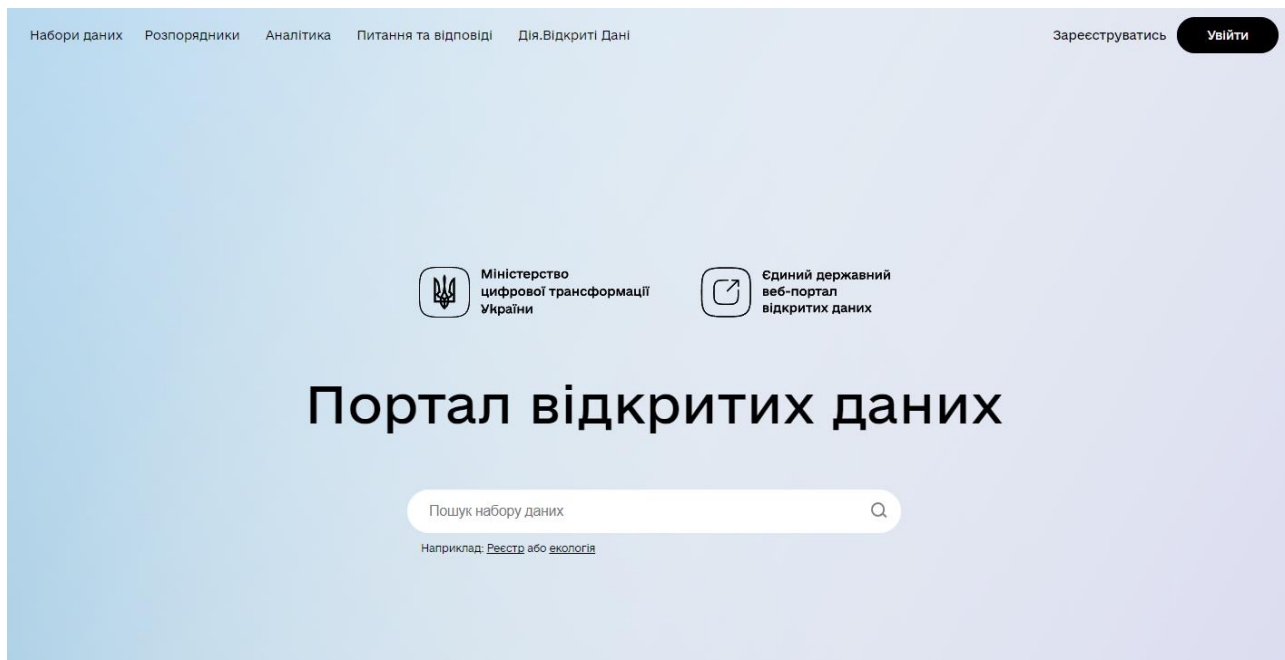


Рисунок 1.8. – Головна сторінка веб-сайту «Портал відкритих даних»

Джерело: [12]

Даний сайт – це офіційний портал відкритих даних України, який містить велику кількість інформації про державні органи, їх діяльність, та доступ до відкритих даних. Цей сайт має на меті забезпечити вільний доступ до даних

урядових органів, органів місцевого самоврядування та інших державних установ, що стосуються різних аспектів життєдіяльності країни. Аналіз даного сайту може бути корисним для тих, хто шукає доступ до великої кількості відкритих даних та їхнього використання у своїх проєктах і дослідженнях.

Варто зауважити, що він не є повноцінним реєстром, але він має характерні риси реєстру, зокрема він містить значну кількість відкритих даних, які можуть бути корисні для вирішення різноманітних завдань у різних галузях. На сайті зібрано відкриті дані з різних джерел, таких як міністерства, відомства, муніципальні органи та інші джерела. Ці дані можна використовувати для аналізу, вивчення, дослідження та вирішення різноманітних завдань у різних галузях, наприклад, у сфері науки, бізнесу, освіти, медицини тощо.

Першим враженням від сайту є те, що дизайн є простим та зрозумілим, з приємним фоном та простим шрифтом. На головній сторінці можна легко знайти посилання на найбільш популярні категорії даних, останні надходження та інші корисні ресурси. Сайт також має зрозумілу структуру, що дозволяє користувачам швидко знайти потрібну інформацію. Окрім цього, сайт має адаптивний дизайн, що дає користувачам можливість користуватися даними сайту використовуючи будь-які пристрої.

Однією з головних переваг сайту є велика кількість доступних даних у різних форматах, таких як CSV, XLSX, JSON та інші, що дозволяє використовувати їх у різних додатках та аналізах. Крім того, на сайті є можливість шукати дані за ключовими словами та фільтрувати їх за різними параметрами.

Однак, деякі елементи сайту можуть бути недостатньо зрозумілі для користувачів без певного рівня технічної грамотності, особливо щодо того, як правильно використовувати та інтерпретувати надані дані. Крім того, деякі сторінки можуть бути трохи повільні у завантаженні через великий обсяг даних.

Під час аналізу усіх трьох реєстрів було виявлено декілька спільних рис, які допомагають забезпечити доступ до потрібної інформації для користувачів. Вони мають зрозумілий та інтуїтивно зрозумілий дизайн, зручну навігацію та

можливість пошуку інформації за різними критеріями. Кожен реєстр також має свої унікальні функції та особливості.

1.3. Постановка задачі

Розробка реєстру даних є важливою задачею для багатьох установ, які збирають, обробляють та зберігають різноманітні дані. Реєстр направлений на забезпечення ефективного управління даними, що допомагає у свою чергу забезпечити точність, консистентність та доступність даних. Основні причини, для яких може бути необхідний реєстр даних, включають: забезпечення точності та надійності даних. Реєстр даних допомагає визначити та вирішити проблеми зі зберіганням та обробкою даних, що можуть виникати в організації; забезпечення консистентності даних. Реєстр даних допомагає забезпечити, щоб одні й ті самі дані не були збережені в різних місцях, що може призвести до невідповідності даних; забезпечення доступності даних. Реєстр даних допомагає забезпечити, щоб дані були доступні для всіх зацікавлених сторін; підвищення ефективності роботи з даними. Реєстр даних допомагає покращити роботу з даними та знизити час, необхідний для знаходження та обробки даних; забезпечення відповідності вимогам законодавства. Реєстр даних може допомогти забезпечити відповідність організації вимогам законодавства щодо зберігання та обробки даних.

Розробка реєстру біометану є актуальною в контексті зменшення залежності від викопних палив та збільшення використання відновлювальних джерел енергії. Біометан є одним з відновлювальних джерел енергії, який може бути вироблений з органічних відходів, таких як стічні води, тверді побутові відходи, сільськогосподарські відходи та інші біологічні матеріали.

Розвиток виробництва біометану може допомогти зменшити викиди парникових газів та зменшити негативний вплив на довкілля. Крім того, біометан може бути використаний для заміни природного газу в різних сферах, таких як транспорт, промисловість та опалення.

Документи, що підтверджують «зелене» походження енергії є основою розвитку торгівлі енергією виробленої із відновлюваних джерел, що, в свою

чергу, зміцнить позиції сектору енергетики. Втім, механізм генерації цих документів (гарантій походження) ще на стадії створення. Завдяки цьому механізму компанії зможуть зареєструвати своє виробництво й отримати гарантії походження біометану. Таким чином, буде підтверджено, що певний обсяг біометану, поданого до газотранспортної або газорозподільної системи, вироблено саме з біомаси.

Створення реєстру біометану може допомогти відстежувати кількість вироблених обсягів біометану, його якість та використання. Це може сприяти більш ефективному контролю та управлінню виробництвом біометану та сприяти розвитку відновлювальної енергетики. Крім того, реєстр біометану може забезпечити прозорість та довіру в галузі відновлювальної енергетики, що може підвищити інтерес інвесторів та сприяти розвитку цієї галузі.

Для досягнення поставленої мети, були визначені наступні задачі:

- 1) проаналізувати предметну область дослідження;
- 2) дослідити теоретичні засади функціонування реєстрів даних;
- 3) виконати моделювання функціонування та варіантів використання реєстру біометану;
- 4) описати та обрати архітектуру для онлайн-реєстру біометану;
- 5) описати логічну та виконати проєктування фізичної бази даних онлайн-реєстру біометану реалізацію.

Розроблений проєкт онлайн-реєстру біометану має на меті ідентифікацію джерел його походження та створення умов для збільшення виробництва біометану з органічних відходів. Завдяки цьому проєкту можливо створити прозору та довірливу систему контролю та управління виробництвом біометану, що забезпечить ефективне використання ресурсів та знизить викиди шкідливих речовин у навколишнє середовище. Крім того, реєстр біометану може стати важливим інструментом для залучення інвестицій у відновлювальну енергетику та зміцнення позицій України на ринку «зеленої» енергії. Таким чином, розробка онлайн-реєстру біометану є важливим кроком до створення стійкої та екологічно чистої енергетичної системи в Україні.

РОЗДІЛ 2

ІНФОРМАЦІЙНЕ ТА МАТЕМАТИЧНЕ ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ

2.1. Поняття реєстру даних

Реєстр даних – автоматизована інформаційна система збирання, накопичення, оброблення та надання інформації про об’єкт, предмет, факт, явище або подію, які реєструються з метою їх обліку та архівування. Згідно із Законом України «Про публічні електронні реєстри», реєстри створюються, ведуться, адмініструються з метою накопичення, оброблення та надання відповідній інформації офіційного визнання у разі створення, зберігання та використання інформації в реєстрах, дотримання прав та інтересів громадян, їх об’єднань, юридичних осіб, територіальних громад, органів державної влади та органів місцевого самоврядування шляхом забезпечення повною, достовірною та актуальною інформацією про осіб, їхні правові та майнові статуси, речі і права на них, у тому числі під час провадження дозвільної діяльності, надання адміністративних, соціальних та інших публічних послуг, провадження іншої управлінської діяльності та здійснення державного регулювання, у найбільш зручний для користувачів технологічний, економічний та корупційно безпечний спосіб [13].

Реєстр даних дозволяє узагальнити, систематизувати та впорядкувати інформацію, а також здійснювати відповідний контроль за нею. Створення та забезпечення функціонування таких інформаційних електронних баз значно полегшує доступ до відповідної інформації та прозоре управління нею.

Державний реєстр – автоматизована система обліку інформації про осіб, майно, документи, яка створюється та ведеться державними органами з метою реалізації своїх функцій. Державні реєстри є складовою державних інформаційних ресурсів.

Державні електронні інформаційні ресурси, державні інформаційні ресурси, державні ресурси – систематизована інформація, що є доступною за допомогою інформаційних технологій. Така інформація обробляється фізичними

або юридичними особами відповідно до наданих їм повноважень суб'єктами владних повноважень [14].

Реєстри ведуться з метою [15]:

- 1) збору інформації про предметну область;
- 2) забезпечення єдиного державного обліку та ідентифікації суб'єктів;
- 3) класифікації суб'єктів для отримання статистичної інформації у формалізованому вигляді;
- 4) проведення спостережень за структурними змінами в економіці щодо видів діяльності, створення, реорганізації (злиття, приєднання, поділу, перетворення) та ліквідації суб'єктів;
- 5) удосконалення статистичного обліку суб'єктів та створення реєстрів респондентів статистичних спостережень (статистичних реєстрів).

Наповнюваність реєстрів інформацією часто носить фрагментарний характер, коли далеко не всі передбачені реєстрами поля фактично заповнені. Це призводить до обмеження функціональності реєстрів, що перешкоджає отриманню з них достовірної та повної інформації. Зазвичай причинами фрагментації стає відсутність інформації в оцифрованому вигляді за певний період часу до створення державного реєстру.

Електронна взаємодія між реєстрами призводить до необхідності дублювати інформацію, особливо ту, що стосується даних про особу. Як наслідок, це призводить до перенасичення інформацією та розробки нових реєстрів, з метою оптимізації наявних. Очевидно, це не дозволяє будувати ефективні та прозорі сервіси для населення та бізнесу [16].

Таким чином, основними принципами для побудови ефективних та функційних реєстрів даних мають бути:

- 1) спільні підходи до створення, структурування, модифікування інформації;
- 2) обов'язковість внесення повної інформації передбачені формою реєстрації;
- 3) недопущення реєстрації уже наявних даних в одному реєстрі в інших;

4) гарантування захищеності реєстрових даних та інформації від несанкціонованих модифікацій.

Схема реєстрації даних представлена на рис. 2.1.

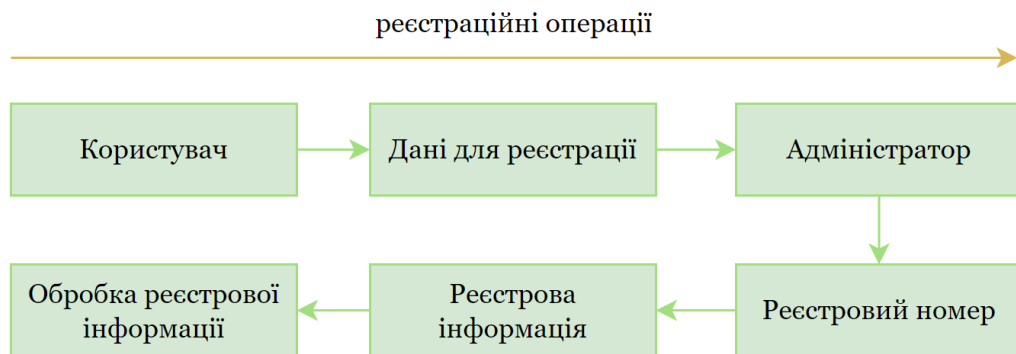


Рисунок 2.1. – Ланцюг операцій реєстрації даних

Джерело: [9]

Реєстрація даних передбачає внесення до відповідної бази даних інформації про об'єкт реєстрації через звернення до адміністратора із відповідним запитом. Операції із реєстрації інформації полягають у внесенні даних (змін до них) про об'єкт реєстру із накладенням кваліфікованого електронного підпису адміністратора. В результаті реєстрації у базі даних генерується індивідуальний номер (реєстровий номер) – унікальний набір символів, який автоматично присвоюється програмними засобами реєстру для об'єкта реєстрації за яким можна верифікувати та ідентифікувати запис у реєстрі. За допомогою цього ідентифікатора, є можливість відшукати елементи у реєстрі та обробляти їх відповідно до вимог та запитів користувачів.

Схема пошуку та обробки даних представлена на рис. 2.2.

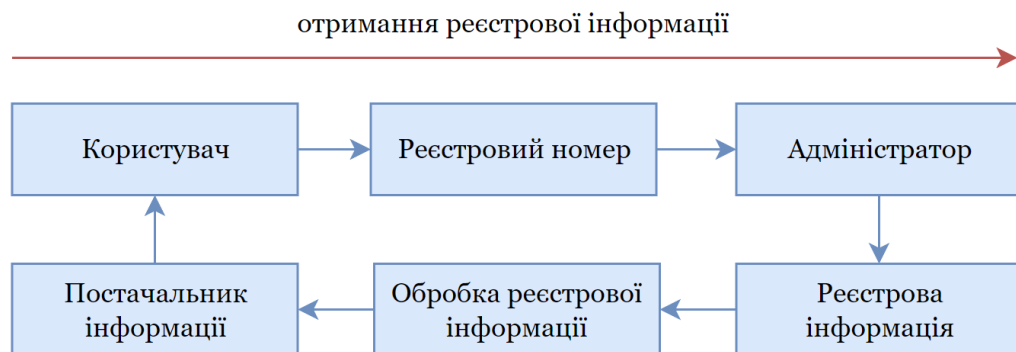


Рисунок 2.2. – Ланцюг операцій пошуку та обробки даних

Джерело: [9]

Для отримання реєстрової інформації, користувач звертається до адміністратора реєстру даних із номером шуканого елемента. Тут здійснюється перевірка на факт наявності у користувача достатніх для цих операцій прав доступу. Якщо права доступу є достатніми, адміністратором здійснюється пошук необхідної інформації, її упорядкування, структурування, групування тощо згідно із запитом отримувача даних. Адміністратором (оператором реєстру) на цьому етапі здійснюється обробка реєстрової інформації через власну інформаційно-комунікаційну систему та передається постачальнику інформації, який через комунікаційні мережі передає її користувачу.

Реєстри даних ґрунтуються на декількох основних компонентах [16]:

- база даних – основне сховище даних, де зберігаються усіх вхідні дані для реєстрації, операції користувачів та адміністраторів, реєстр ідентифікаційних номер зареєстрованих даних і власне сама зареєстрована інформація;
- резервна база даних, де зберігаються захищені копії даних із основної бази даних;
- потужний сервер, на якому зберігаються бази даних – сервер і програмне забезпечення, що керує ним, як правило належать державі;
- захищений резервний сервер, де зберігаються копії баз даних, із зовнішнім світом він узагалі ніяк не пов'язаний;
- проміжний (транспортний сервер), який приймає запити від тисяч державних реєстраторів, нотаріусів, суддів та інших клієнтів – перевіряє право допуску, обробляє отримані запити й передає їх на перший сервер. При цьому сам він ніякої конфіденційної інформації не містить, але є захистом від будь-якого нападу ззовні.

Отже, під реєстрами даних можна розуміти потужні інформаційні системи із під'єднаними базами даних, які призначені для створення, зберігання, накопичення та обробки даних, які потребують реєстрації у державних органах влади.

База даних – це організована структура, призначена для зберігання, зміни й обробки взаємопов'язаної інформації. Бази даних використовуються у всіх

програмних комплексів – від інформаційних сайтів, до багато потокових програмних застосунків.

Бази даних – це колекція інформації, зазвичай організованої у вигляді таблиць. Наприклад, як певна Excel-таблиця, де у кожного елемента є певні властивості, що записуються на перетині рядків та стовпців. Дані в базах даних зберігаються таким чином, щоб їх можна було легко зчитати та використовувати за допомогою спеціального програмного забезпечення. З метою пошуку інформації створюються спеціальні запити до багатьох різних елементів за критеріями групування даних та генерації результату уже у вигляді принципово нової бази даних.

База даних – це набір впорядкованих та структурованих даних, які зберігаються на певному комп'ютері. Вони надають можливість розташовувати, обробляти, зберігати та отримувати доступ до даних [17].

Структура бази даних включає:

- 1) об'єкти бази (таблиці);
- 2) форми;
- 3) запити;
- 4) звіти;
- 5) макроси;
- 6) модулі;
- 7) інструменти для аналізу структури та масштабування.

У більшості випадків, бази даних являють собою певні файли на накопичувачах, куди можна дописувати нові елементи та модифікувати наявні. Однак, варта зауважити, що бази даних самі по собі не можуть функціонувати і для цього потрібно писати свої методи для керування – наприклад, для додавання нового елемента чи пошуку конкретного запису. Аби забезпечити роботу із адміністрування бази даних існують системи управління базами даних (СУБД).

Так, основою для функціонування державних реєстрів виступають системи управління базами даних (СУБД), найбільш розповсюдженими серед яких є об'єктно-реляційна система управління базами даних Oracle Database, система

керування базами даних Microsoft SQL Сервер, система управління базами даних з відкритим вихідним кодом PostgreSQL, система управління базами даних MySQL та інші (рис. 2.3).

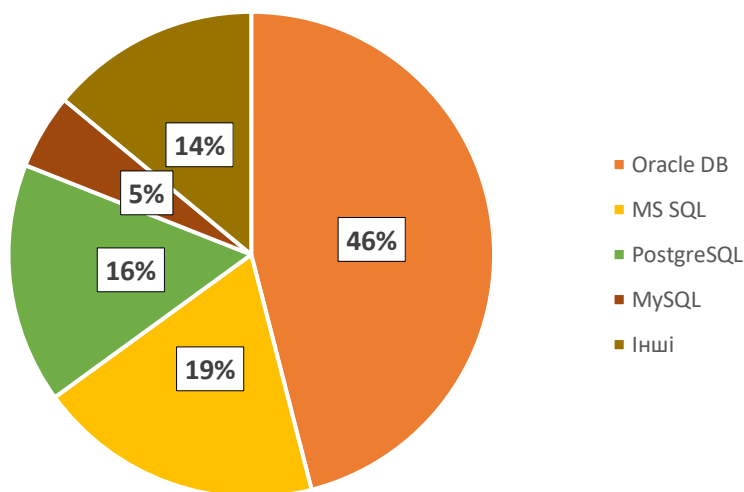


Рисунок 2.3. – Розподіл реєстрів за типами СУБД

Джерело: [18]

Система управління базою даних (СУБД), у найпростішому розумінні, – це програмні засоби, які за допомогою сукупності спеціальних програмних засобів, дають можливість створювати, вести та використовувати базу даних різними користувачами. Наприклад, коли користувач натискає кнопку на сайті щоб завантажити або відправити файл, – сайт формує спеціальний запит до бази даних і відправляє його СУБД. Вона розбирає його, формує відповідь, та повертає назад у зручному для користувача вигляді.

СУБД являє собою набір програмних та апаратних засобів, за допомогою яких можна проектувати, налаштовувати та адмініструвати бази даних. СУБД гарантує безпеку, цілісність, безпеку зберігання даних і дозволяє видавати доступ до адміністрування баз даних.

Система управління базами даних (СУБД) – це набір інструментів, які дозволяють зручно керувати базами даних: видаляти, додавати, фільтрувати та знаходити елементи, змінювати їх структуру та створювати резервні копії. СУБД можна представити як прошарок між базою даних і запитам користувача до неї (рис. 2.4).

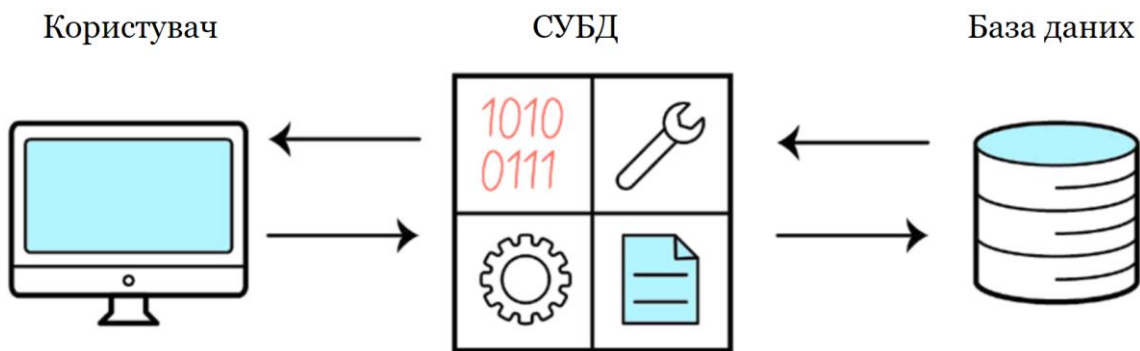


Рисунок 2.4. – Схема взаємодії користувача із базою даних

Джерело: [19]

Ключовими можливостями СУБД є [20]:

- 1) адміністрування даних;
- 2) розподіл прав доступу до даних;
- 3) взаємодія з інформацією, що зберігається на різних накопичувачах;
- 4) робота з «гарячими» даними, які розташовані в оперативній пам'яті;
- 5) реєстрація кожного етапу під час роботи з базою даних;
- 6) підтримка більшості форматів БД.

СУБД потрібні для всіх маніпуляцій з базами даних, зокрема для:

- 1) створення та зберігання бази даних потрібного типу – це залежить від того, з яким типом даних передбачається функціонувати;
- 2) адміністрування базами даних – створення нових записів, модифікація існуючих чи видалення даних;
- 3) отримання необхідних відомостей з бази у зручній формі за допомогою запитів, зазвичай спеціальною мовою SQL (NoSQL);
- 4) контроль доступу до бази даних – надання різним користувачам різних прав та підтримка конфіденційності відомостей;
- 5) зберігання даних у структурованому вигляді та необхідному форматі;
- 6) захист даних від небажаних змін (видалення, оновлення) та спроб несанкціонованого доступу;
- 7) завантаження та сортування даних за допомогою фільтрів;
- 8) створення резервних копій, з метою відновлення баз даних після збоїв та для підтримки загальної цілісності системи.

За допомогою СУБД адміністратори стежать за змінами у базах даних, перевіряють цілість даних, надають права доступу до даних тощо. Бази даних, в свою чергу, зберігають інформацію про операції користувачів, зокрема їх транзакції, дії з даними тощо (2.5).

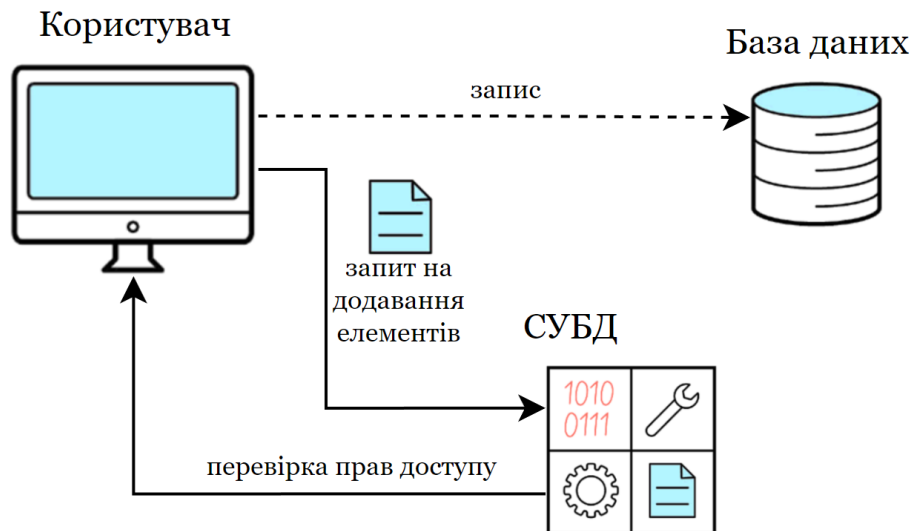


Рисунок 2.5. – Система запитів користувачів до СУБД

Джерело: [19]

СУБД – це набір інструментів, кожен з яких взаємодіє із базою даних, зокрема: маніпулює даними або обробляє інші запити від користувача. Щоб усі ці інструменти правильно функціонували, у СУБД має бути добре прописана архітектура. Таким чином, головні елементи СУБД – це ядро, процесор, програмні засоби та бази даних (рис. 2.6).

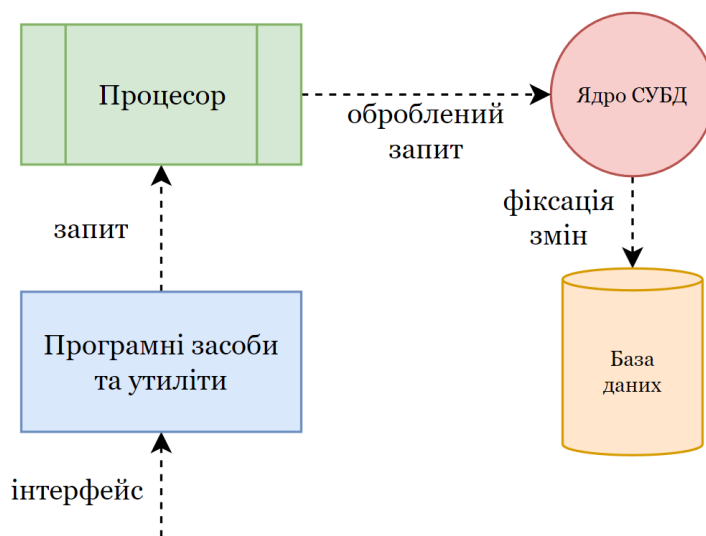


Рисунок 2.6. – Будова СУБД

Джерело: [19]

Так, ядро відповідає за роботу усієї системи загалом. Через ядро проходять усі процеси обробки даних та їх зберігання. Ядро стежить за змінами баз даних і фіксує їх. Відповідає за управління даними у оперативній пам'яті та на різних накопичувачах.

Процесор відповідає за обробку та оптимізацію запитів користувачів на модифікування даних. Головне його завдання – перетворити SQL-запит користувача у зрозумілі для комп'ютера команди, а потім повернути результат.

Програмні засоби або утиліти – дозволяються інтерпретувати програмні рішення з поточними базами даних, а також створювати інтерфейси взаємодії з СУБД. Потрібні, аби користувач міг вводити запити, а адміністратори, в свою чергу, могли налаштовувати доступ та інші необхідні параметри.

Бази даних – це власне місце, де зберігаються дані в упорядкованому, а інколи і в зашифрованому вигляді. Бази даних можуть відрізнятися за структурою та типами подання даних.

Схема отримання запитів та їх адміністрування наведена на рис. 2.7.

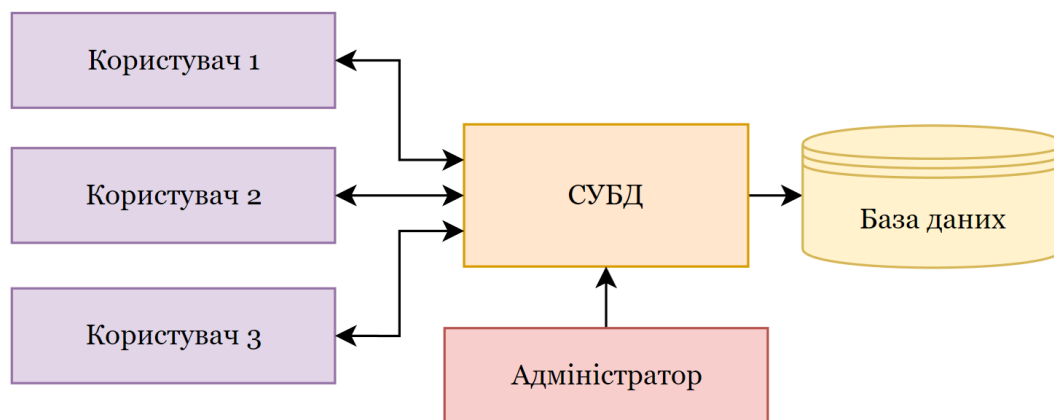


Рисунок 2.7. – Схема управління базою даних

Джерело: [21]

Переважна більшість обстежених державних реєстрів сьогодні розміщена на власних технологічних майданчиках органів державної влади, що відповідають за їхнє ведення. Через високу вартість модернізації центрів обробки даних (ЦОД) та швидкий розвиток інформаційних технологій більшість державних ЦОДів використовують застаріле обладнання та потребуватимуть комплексної технологічної модернізації протягом найближчих років.

2.2. Моделювання функціонування онлайн-реєстру біометану

У 2021 році тому було закладено законодавчу основу для виробництва біометану в Україні – Закон України від 21.10.2021 № 1820-IX щодо розвитку виробництва біометану. На виконання Закону Держенергоефективності було розроблено проєкт постанови Уряду від 22 липня 2022 р. № 823 «Про затвердження Порядку функціонування реєстру біометану». Причому, зважаючи на важливість розвитку виробництва біометану для національної енергетичної безпеки України, Державне агентство з енергоефективності та енергозбереження України визначило максимально короткий термін для розробки такого реєстру – розробити реєстр у рекордний шестимісячний термін.

У схваленому 22 липня Порядку враховано європейські практики функціонування таких реєстрів біометану. Зокрема, реєстр функціонуватиме відповідно до вимог Порядку, в якому визначено наступні процедури [9]:

- 1) створення реєстру біометану, його функціональних можливостей, термінів та порядку подання до нього інформації;
- 2) створення облікового запису користувачів Реєстру біометану;
- 3) видача, передача, розподіл та скасування гарантій походження біометану;
- 4) видача сертифікатів походження біометану;
- 5) проведення аудиту виробництва біометану.

Реєстр біометану ведеться центральним органом виконавчої влади, що реалізує державну політику у сфері ефективного використання паливно-енергетичних ресурсів, енергозбереження, відновлюваних джерел енергії та альтернативних видів палива. Держателем, адміністратором та публічним реєстратором реєстру є Державне агентство з енергоефективності та енергозбереження України.

Запровадження реєстру біометану є головним етапом до створення ринку біометану, доступ до якого матимуть як вітчизняні, так і іноземні інвестори. Реєстр надасть можливість виробникам підтверджувати, що певний обсяг біометану, поданого до газотранспортної або газорозподільної системи,

вироблено саме з біомаси.

Даний реєстр призначений для реєстрації поданого до газотранспортної або газорозподільної системи обсягу біометану, формування гарантій походження біометану, їх передачі, розподілу або анулювання та надання сертифікатів походження біометану. У реєстрі будуть формуватися унікальні ідентифікаційні номери гарантій походження біометану за європейською практикою функціонування подібних реєстрів. Виробники біометану зможуть отримати допуск до газотранспортної та газорозподільних систем, а гарантії та сертифікати походження засвідчуватимуть, з якої сировини його виготовлено, та обсяг, поданий до ГТС.

Схема функціонування онлайн-реєстру біометану наведена на рис. 2.8.

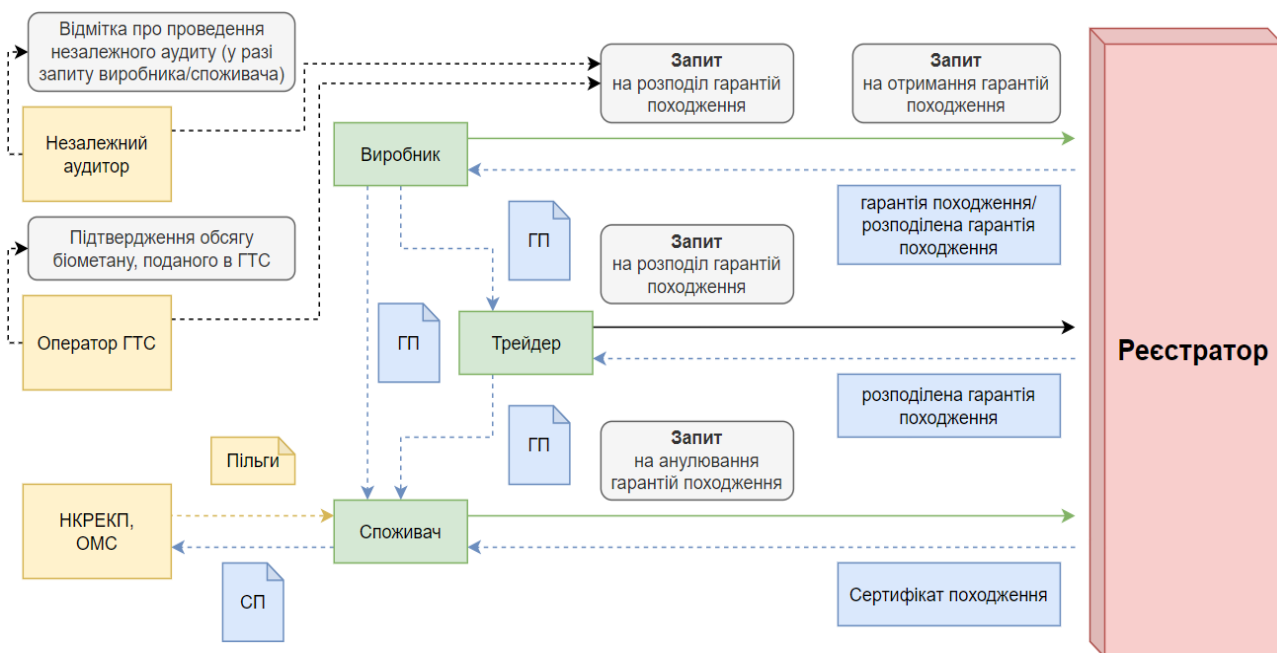


Рисунок 2.8. – Схема функціонування онлайн-реєстру біометану

Джерело: [7]

Гарантії походження біометану – це електронний документ, сформований за допомогою реєстру біометану, який підтверджує, що біометан вироблений з біомаси, та містить інформацію про обсяг біометану, що поданий до газотранспортної або газорозподільної системи, дату реєстрації джерела виробництва біометану, кількість потужностей виробництва тощо. Гарантії походження біометану формуються за допомогою реєстру біометану

центральним органом виконавчої влади, що реалізує державну політику у сфері ефективного використання паливно-енергетичних ресурсів, енергозбереження, відновлюваних джерел енергії та альтернативних видів палива.

Гарантії походження є ключовим та найбільш перспективним інструментом підтримки розвитку відновлюваної енергетики. Це основний європейський інструмент, який дозволяє споживачам відстежувати походження енергії й робити активний свідомий вибір сталого розвитку. На відміну від багатьох інших інструментів підтримки сталого розвитку та зеленої трансформації, це ринковий інструмент, а завдяки єдиному Європейському ринку та Асоціації органів емітентів (AIB) гарантії походження можуть торгуватися за межами країни походження таких електронних документів у Європі.

Використання гарантій походження дозволяють європейським бізнесам підтверджувати використання чистої енергії, й таким чином – слідувати нормам ЄС щодо кліматичних цілей декарбонізації, підтверджувати корпоративну відданість цілям сталого розвитку, залучати зелене фінансування тощо. Застосування гарантій походження енергії чітко регламентовано європейськими директивами. Відповідні зобов'язання у рамках євроінтеграції має також і Україна. Запровадження гарантій походження енергії є поштовхом для стимулювання виробництва і споживання чистої енергії, зменшення навантаження на довкілля, підвищення конкурентоспроможності та декарбонізації національної економіки, а також зміцнення співпраці із ЄС.

Гарантії походження не тільки надають споживачам інформацію про походження електричної енергії, вони також є інструментом підтримки виробників відновлюваної енергії. На європейських торгових майданчиках виробники відновлюваної енергії продають гарантії походження трейдерам, або роздрібним постачальникам, а ті, у свою чергу, пропонують їх зацікавленим комерційним споживачам [22].

Гарантії походження біометану є дієвим інструментом декарбонізації економіки, основою для розрахунків викидів парникових газів у атмосферу та

підготовки звітності про здобуті результати в рамках сталого розвитку. Саме гарантії походження дають кінцевим споживачам як можливість обирати той чи інший тип виробництва енергії так і впевненість у тому, що енергія, яку вони отримують вироблена з відновлюваних джерел.

Отже, результатом збору та обробки даних виробників біометану є генерація спеціальних документів – гарантій походження біометану, які є підтвердженням того, що продукт, був вироблений із відновлюваних джерел енергії (ВДЕ), тобто «зеленої». Таким чином, споживач отримує підтвердження того, що певна частка, або навіть весь обсяг спожитої ним енергії (в залежності від кількості придбаних сертифікатів) були екологічно чистими, тобто при виробництві не було спричинено викидів вуглекислого газу (CO₂).

Пропонований онлайн-реєстр біометану забезпечує виконання наступних операцій (рис. 2.9):

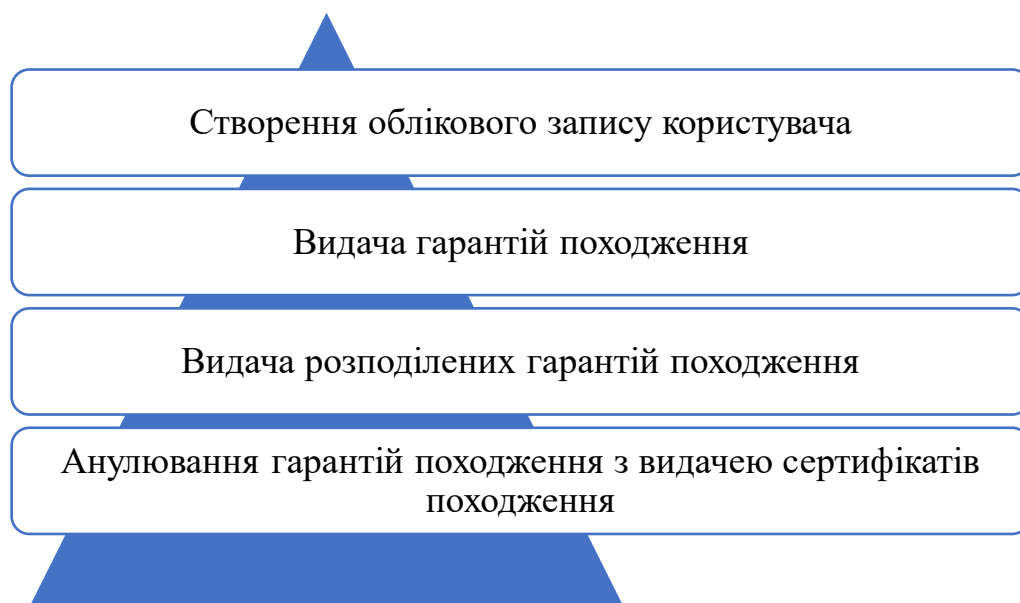


Рисунок 2.9. – Види операцій в онлайн-реєстрі біометану

Джерело: авторська розробка

При створення облікового запису в реєстрі біометану адміністратором, залежно від сторони запиту, тобто виробника, трейдера, споживача, незалежного аудитора, або оператора ГТС, збирається та обробляється наступна інформація [7, 9]:

– найменування суб'єкта господарювання;

- країна реєстрації;
- код ЄДРПОУ;
- місцезнаходження;
- контактні дані;
- відомості про керівника;
- вид діяльності (КВЕД);
- номер та дата створення облікового запису;
- місцезнаходження об'єкта виробництва біометану, його GPS-координати;
- потужність об'єкта виробництва біометану (МВт);
- унікальний ЕІС-код суб'єкта ринку природного газу та ЕІС-коди відповідних точок комерційного обліку;
- результати проведення незалежного аудиту об'єкта виробництва біометану;
- інформація про дозвільні документи.

За запитом виробника, реєстратором видається документ підтверджуючий походження біометану (гарантії походження), у якому міститься наступна інформація:

- найменування виробника біометану;
- країна походження біометану;
- найменування та розташування об'єкта виробництва біометану;
- обсяг біометану, поданого до ГТС у МВт*год;
- календарний місяць;
- сировина, з якої вироблено біометан;
- відомості про одоризацію;
- номер та дата видачі.

За запитом виробника або покупця, реєстратором може бути видано розподілену гарантію походження, яка містить усю інформацію як у основному підтверджуючому документі, а також, додатково містить інформацію про обсяг

біометану, у МВт*год, що включений до розподіленої гарантії походження та номер, пов'язаний з розподіленою гарантією походження.

За запитом споживача, реєстратором видається сертифікат походження, тим самим анулюючи гарантію походження за споживання обсягу біометану.

Сертифікат походження містить таку інформацію:

- країна походження біометану;
- номер та дата видачі сертифікату походження;
- номер гарантії походження, що анулюється;
- найменування власника сертифікату;
- найменування виробника біометану;
- обсяг біометану, поданого до ГТС у МВт*год;
- календарний місяць;
- сировина, з якої вироблено біометан;
- відомості щодо одоризації.

Для систематизації наведеної інформації та моделювання структури онлайн-реєстру біометану необхідно визначитися з основним рухом інформації в процесі її роботи. Аналіз проводиться за допомогою методології IDEF0, яка використовується для візуалізації будови складних системи у якості базового засобу аналізу та синтезу виробничо-технічних систем.

Методологія функціонального моделювання IDEF0 – це технологія опису системи в цілому як великої кількості взаємозалежних дій, або функцій. Дана методологія дозволяє створювати функціональні моделі технологічного процесу складання, що відображають структуру та функції технологічної підготовки, а також потоки інформації та матеріальних об'єктів, що пов'язують ці функції.

В якості основного інструменту методології IDEF0 виступає графічна мова опису (моделювання) систем. IDEF0 поєднує в собі невелику за об'ємом графічну нотацію (вона містить тільки два позначення: блоки та стрілки) із конкретними і чітко певними рекомендаціями, в сукупності призначеними для побудови якісної та зрозумілої моделі системи. Набір структурних компонентів, їх характеристики та правила, що визначають зв'язки між компонентами,

створюють синтаксис мови IDEF0-моделювання. Основна структура діаграми має вигляд, що наведено на рис. 2.10.

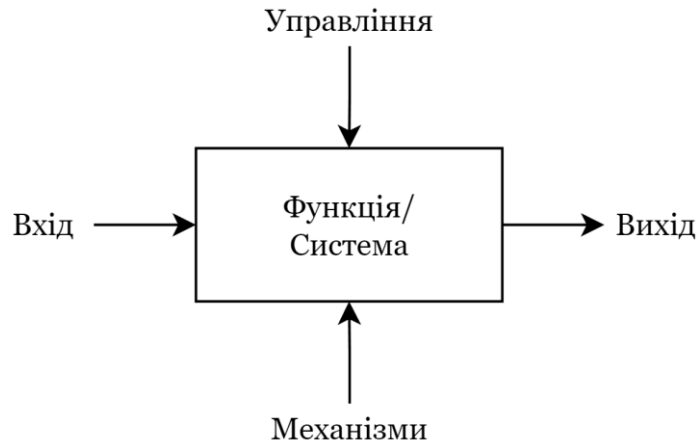


Рисунок 2.10. – Структурна діаграма за методологією IDEF0

Джерело: [23]

Так, на основі наведеної вище інформації про призначення реєстру біометану побудуємо модель нульового рівня функціонування онлайн-реєстру біометану за методологією IDEF0 (рис. 2.11).

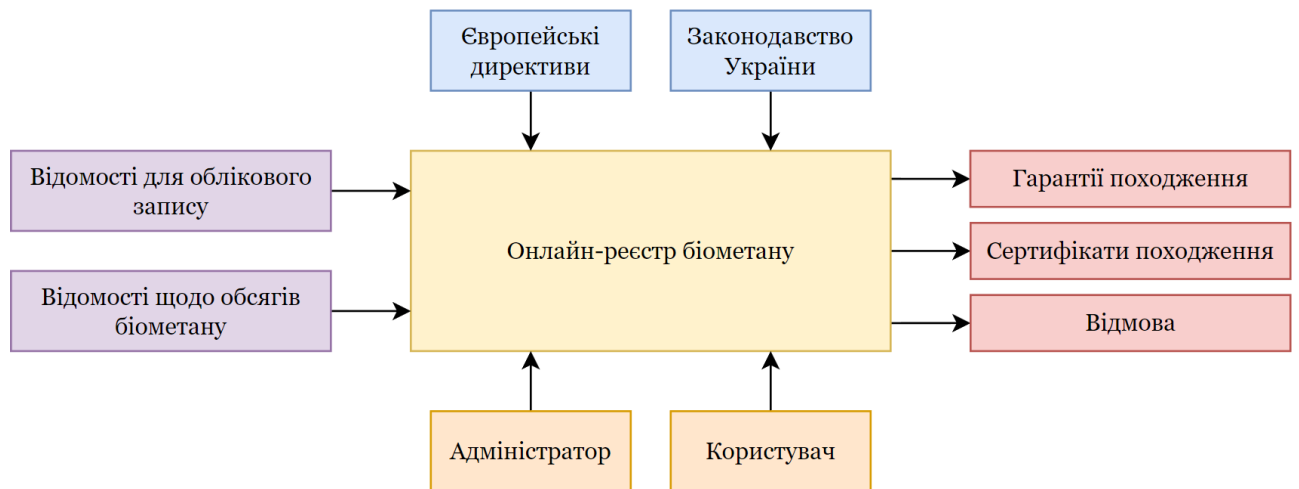


Рисунок 2.11. – Діаграма A0 (нульового рівня) функціонування онлайн-реєстру біометану

Джерело: авторська розробка

Опис кожної стрілки діаграми здійснюється у відповідності до кожного окремого об'єкту, що розглядається. У якості вхідних потоків онлайн-реєстру біометану виступають «Відомості для облікового запису» та «Відомості щодо обсягів біометану». Вихідними потоками, у свою чергу, є власне «Гарантії

походження» та «Сертифікати походження». Потоками, які здійснюють керівний вплив на онлайн-реєстру біометану є «Законодавство України» та «Європейські директиви», а механізмами функціонування онлайн-реєстру біометану є «Адміністратор» та «Користувач».

Згідно Порядку функціонування реєстру біометану, користувачами реєстру є виробники, покупці, споживачі біометану, незалежний аудитор, оператор газотранспортної або газорозподільної системи, а також інші суб'єкти господарювання, яким створено обліковий запис у реєстрі. Адміністратор – це особа, яка забезпечує створення облікових записів користувачів реєстру; відповідність відомостей, що вносяться до реєстру; контроль за забезпеченням захисту інформації в реєстрі згідно із законодавством тощо.

Здійснимо декомпозицію діаграми нульового рівня функціонування онлайн-реєстру біометану (рис. 2.12).

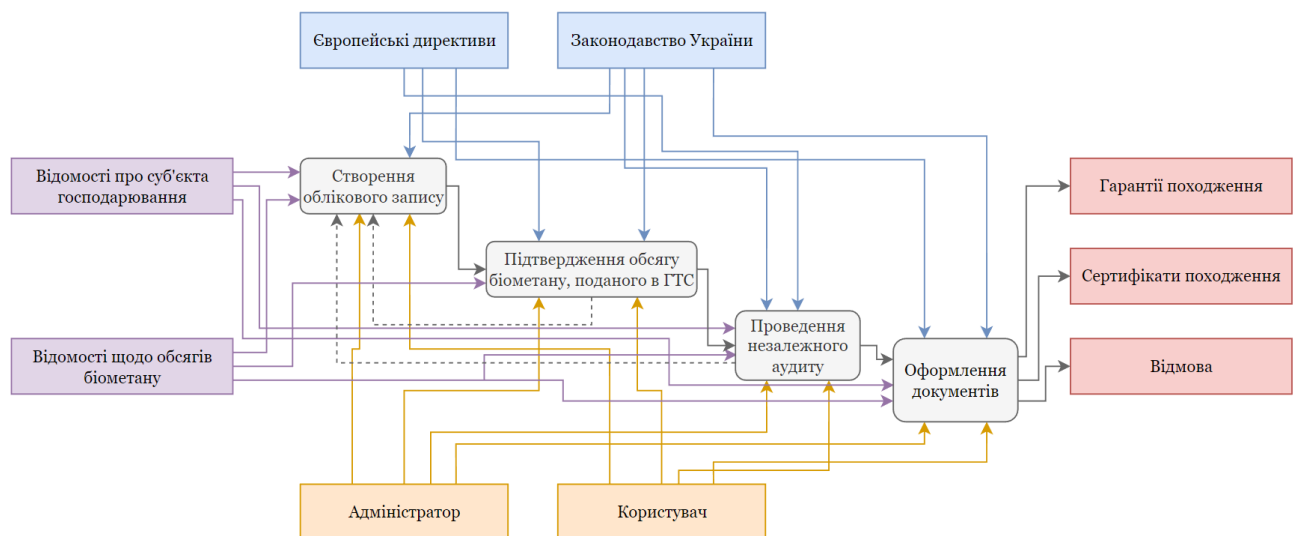


Рисунок 2.12. – Діаграма А1 (першого рівня) функціонування онлайн-реєстру біометану

Джерело: авторська розробка

Весь процес функціонування онлайн-реєстру біометану було зведено до чотирьох основних процесів, результатом яких є генерація гарантій та сертифікатів походження. Зокрема це:

- створення облікового запису;
- підтвердження обсягу біометану, поданого в ГТС;

- проведення незалежного аудиту;
- оформлення документів.

Таким чином, виконаємо декомпозицію процесу «Створення облікового запису» (рис. 2.13).

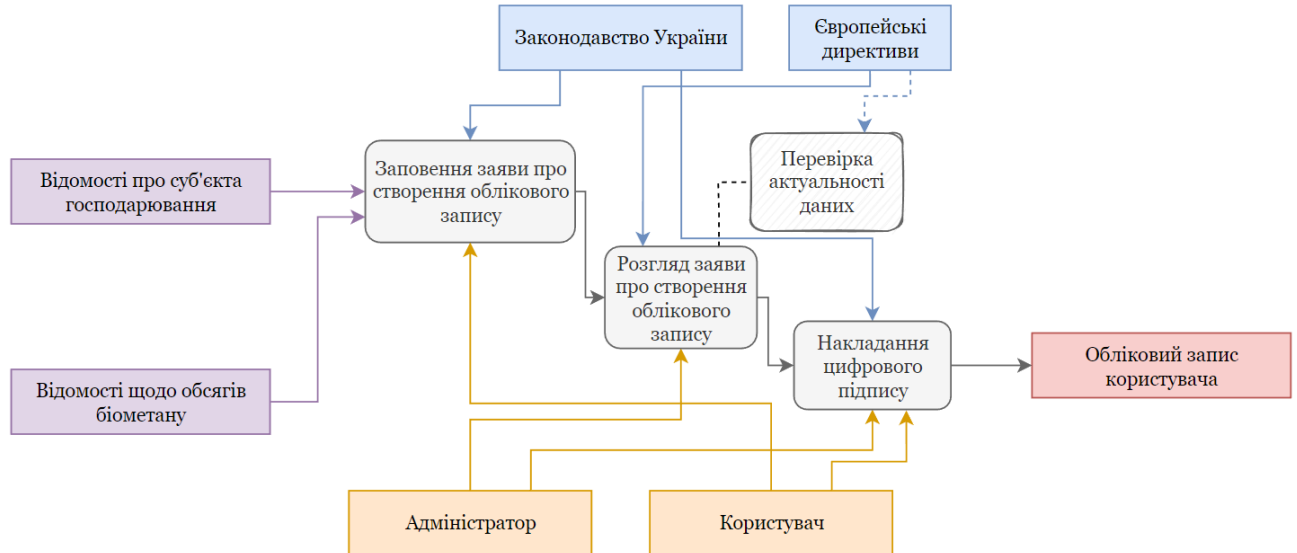


Рисунок 2.13. – Діаграма А2 (другого рівня) процесу «Створення облікового запису»

Джерело: авторська розробка

Обліковий запис виробника, покупця, споживача біометану, незалежного аудитора, оператора газотранспортної або газорозподільної системи, а також іншого суб'єкта господарювання створюється на основі запиту до адміністратора реєстру в електронній формі про реєстрацію у реєстрі. Запит на створення облікового запису відправляється через форму зв'язку на веб-сайті реєстру. На основі інформації, зазначеної у формі, автоматично створюється електронний документ, який після накладення кваліфікованого електронного підпису користувачем, надсилається адміністратору реєстру для подальшого розгляду.

При створенні облікового запису виробником у реєстрі біометану, незалежним аудитором здійснюється перевірка спроможності виробником здійснювати виробництво біометану аналізуючи інформацію про об'єкти виробництва біометану. В подальшому, в обліковому записі виробника біометану буде відображатися інформація про сформовані гарантії та сертифікати походження біометану. В обліковому записі оператора

газотранспортної або газорозподільної системи додатково міститься інформація про під'єднані об'єкти виробництва біометану до газотранспортної або газорозподільної системи.

В обліковому записі покупця біометану міститься інформація про гарантії походження біометану, що були придбані за договорами купівлі-продажу біометану. В обліковому записі споживача, в свою чергу, окрім інформації про гарантії походження біометану, додатково відображається інформація про сформовані сертифікати походження біометану.

Обліковий запис незалежного аудитора створюється аналогічним чином як і для решти суб'єктів реєстру. Однак на відміну від них, тут адміністратором окремо вноситься інформація про документи (сертифікати визнані Європейською Комісією), які дають право здійснювати незалежний аудит діяльності, пов'язаної з виробництвом біометану.

Декомпозиція другого рівня процесу «Підтвердження обсягу біометану, поданого в ГТС» наведено на рис. 2.14.



Рисунок 2.14. – Діаграма А2 (другого рівня) процесу «Підтвердження обсягу біометану, поданого в ГТС»

Джерело: авторська розробка

Джерелом інформації про обсяг біометану, є показники обліку біометану, що подаються до газотранспортної або газорозподільної системи та

підтверджуючі документи. Документ про достовірність даних складається оператором системи та виробником біометану із відповідним кваліфікованими підписами. Обсяг біометану подається в одиницях енергії – МВт/год.

Далі виконаємо декомпозицію процесу «Проведення незалежного аудиту» (рис. 2.15).



Рисунок 2.15. – Діаграма A2 (другого рівня) процесу «Проведення незалежного аудиту»

Джерело: авторська розробка

Для підтвердження спроможності виробника виробляти біометан, незалежним аудитором здійснюється перевірка та подальше підтвердження заявленої виробником інформації про потужності, технології, обладнання та сировини, необхідних для виробництва біометану. За результатами аудиту формується підписаний аудитором висновок, який прикріплюється адміністратором в обліковий запис виробника. В обліковому записі виробника біометану відображається інформація про сформовані гарантії походження біометану, їх передачу, розподіл та анулювання.

Процес «Оформлення документів» є останнім етапом для формування гарантій та сертифікатів походження біометану. Гарантії та сертифікати походження біометану формуються у електронному вигляді за допомогою реєстру біометану. Формування гарантій походження здійснюється

адміністратором реєстру за запитом виробника з метою отримання дозволу для розподілу біометану до газотранспортної або газорозподільної системи.

Декомпозиція другого рівня процесу «Оформлення документів» представлена на рис. 2.16.

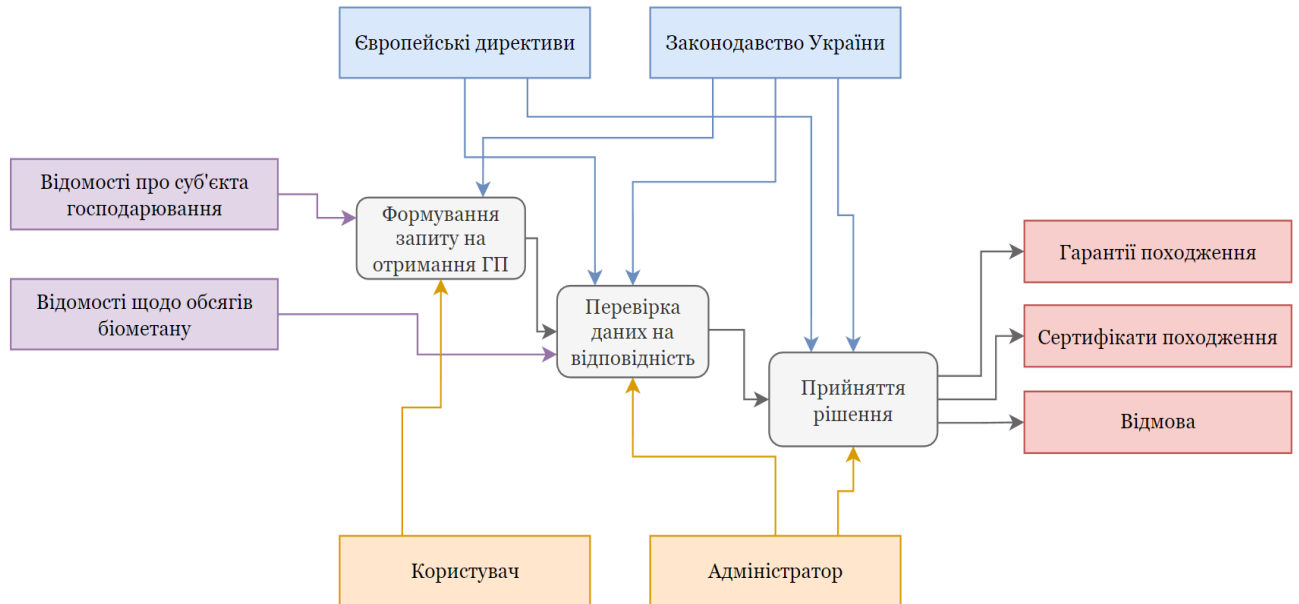


Рисунок 2.16. – Діаграма A2 (другого рівня) процесу «Оформлення документів»

Джерело: авторська розробка

Результатом процесу «Оформлення документів» є формування електронних документів «Гарантії походження» або «Сертифікати походження». У випадку, якщо адміністратором було виявлено некоректну інформацію щодо походження біометану, останнім формується відмова заявнику.

Анулювання гарантій походження полягає у дозволі розподілу виробленого біометану до газотранспортної або газорозподільної системи, у результаті чого, адміністратором генерується електронний документ – «Сертифікат походження». Після анулювання гарантій походження біометану, у реєстрі адміністратор формує сертифікат походження біометану у кабінеті відповідного виробника та споживача, якому постачається біометан. Виробник біометану вносить інформацію про передачу гарантії походження до свого облікового запису в реєстрі, при цьому покупець біометану також відображає відповідну інформацію у власному обліковому записі. Згенерована у результаті

розподілу гарантія походження біометану є самостійним документом та може передаватися покупцю або споживачу біометану на підставі договору купівлі-продажу біометану.

2.3. Моделювання варіантів використання реєстру біометану

Першочерговим етапом розробки будь-якої інформаційної системи є аналіз можливих сценаріїв її використання. Моделювання варіантів використання майбутньої інформаційної системи, по своїй суті, є відправною точкою у процесі її розробки. Ігнорування даного етапу у розробці програмного забезпечення може призвести до появи проблем у розумінні того, яка передбачається поведінка системи під час її експлуатації. У цьому контексті об'єктний аналіз досліджуваної системи дозволяє проаналізувати й описати всі зв'язки між елементами цієї системи як у статичному, так і у динамічному аспектах.

При побудові об'єктної моделі досліджуваної системи використовується мова Unified Modeling Language (UML). UML – це сімейство діаграм, які допомагають у проектуванні та описі інформаційних систем [24]. Мова графічного моделювання систем широко використовується у сфері програмування і проектування програмного забезпечення різного рівня складності. Інфографічна методика UML моделювання дозволяє формалізувати поведінку системи та вірно довести основні концепції до програміста.

Візуальне моделювання в UML можна представити у вигляді декомпозиції загальної й абстрактної концептуальної моделі початкової системи до логічної та фізичної моделі відповідного програмного продукту. У контексті UML-моделювання, спочатку необхідно визначити користувачів майбутньої системи та орієнтуючись на їх функції, сформулювати основні вимоги до програмного продукту.

Для досягнення цієї мети спочатку будується модель у формі діаграми варіантів використання (use case diagram) або прецедентів, яка описує функціональне призначення системи. Вона призначена для опису взаємодії проектованої системи з будь-якими зовнішніми або внутрішніми об'єктами –

користувачами, іншими системами, елементами тощо.

Діаграма варіантів використання використовує два основних елементи, зокрема актора (учасника) та сценарій використання (прецедент). Актор – це сутність, яка взаємодіє із системою, але не належить до неї, тобто знаходиться поза системою. Найчастіше, у якості акторів виступають люди, система, підсистема або клас.

За методологією UML актори поділяються на первинних (ті, що є ініціаторами операцій з системою) та вторинних (ті, що відповідають на ці операції). Первинних акторів зазвичай зображують зліва від системи, а вторинних – справа. Варто зауважити, що за методологією UML також існують відмінності між поняттями «актор» і «користувач». Так, під актором розуміється клас користувачів, а не конкретний користувач, та може поєднувати в собі декілька ролей. Тобто, актор – адміністратор реєстру, може мати ролі оператора реєстру, постачальника послуг, реєстратора тощо. Користувач, у свою чергу, – це людина, тобто конкретна реалізація актора. Декілька користувачів можуть грати одну роль, тобто бути одним актором.

Приклад відображення актора, користувача та ролі в UML-нотації наведено на рис. 2.17.

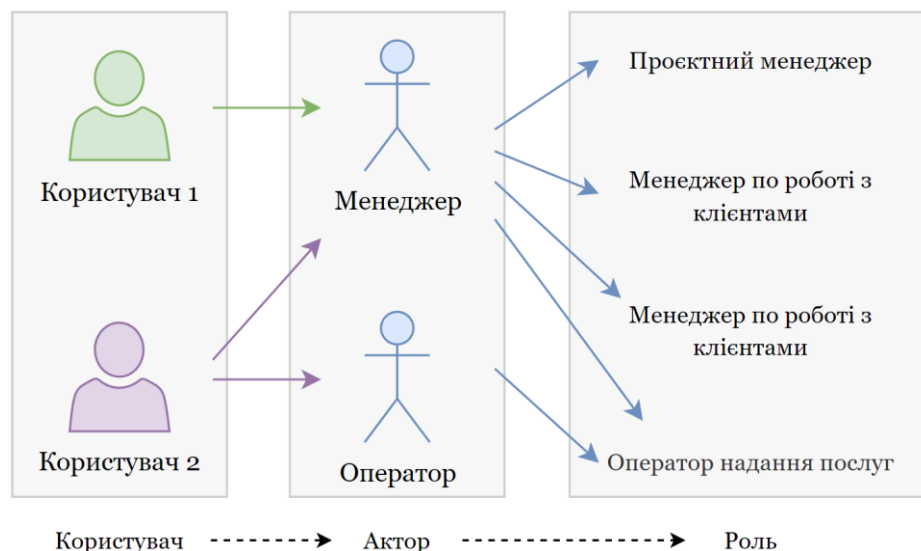


Рисунок 2.17. – Приклад діаграми варіантів використання

Джерело: [25]

Сценарії використання (прецеденти) – опис окремого аспекту поведінки

системи з точки зору користувача. Прецеденти визначають очікувану поведінку системи, зокрема представляють набір можливих функцій, дій або завдань. Вони показують не «як» виконати операцію, а «що» необхідно виконати. Приклад діаграми варіантів використання наведено на рис. 2.18.

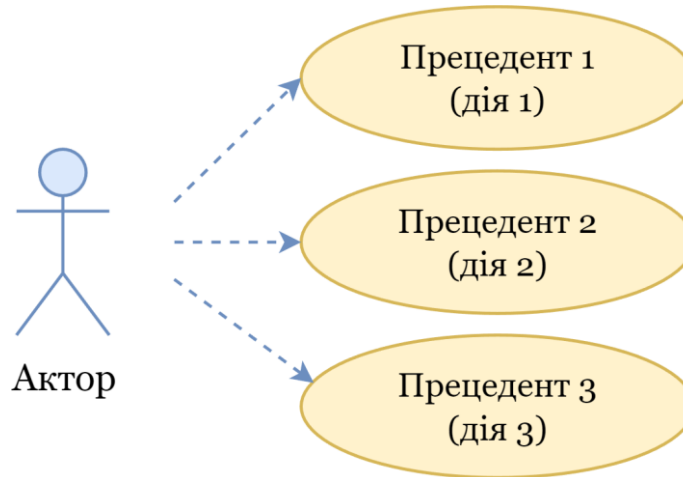


Рисунок 2.18. – Діаграма варіантів використання

Джерело: [25]

Діаграма варіантів використання характеризується наявністю чотирьох типів зв'язків:

1) асоціація – найпростіший тип зв'язку між актором та прецедентом, який демонструє звичайну операцію, яка закладена у виконання тим чи іншим актором;

2) розширення – додаткова функціональність, не обов'язковий варіант поведінки системи. Прецедент розширеного типу є залежним елементом та існує лише на основі базового та активується виключно на основі виконання певної умови;

3) включення – розширює поведінку базового прецеденту та включається як складовий елемент у послідовність поведінки іншого прецеденту. На відміну від розширеного прецеденту, якщо у базового існує додаткова поведінка, її варто представити у вигляді дочірнього варіанта поведінки. Елемент включення використовується для уникнення дублювання однакових прецедентів та додає функціональність, не вказану в основному компоненті;

4) генералізація – вказує на делегування або успадкування ролі від іншого

актора. Усі прецеденти, їх розширені та включені елементи, які належали батьківським акторам справедливі також і для дочірніх.

Отже, діаграма варіантів використання описує досліджувану систему на концептуальному рівні та показує «діалог» між акторами, які беруть участь у ситуації та прецедентами (діями акторів, що призводять до певного результату). Діаграма дозволяє виявити та уникнути дублювання дій, що підвищує ефективність системи об'єкта. Така мова опису об'єкта найбільш ефективно реалізується при створенні складних та багатокористувацьких інформаційних систем.

Для побудови діаграми використання онлайн-реєстру біометану необхідно виділити основних акторів (учасником) системи. Так, на основі вище розглянутого процесу функціонування реєстру біометану виділено три основних актора інформаційної системи, зокрема «Адміністратор реєстру», «Користувач реєстру» та «База даних». У якості користувача виступає неавторизована особа, яка має обмежені права доступу до даних реєстру; адміністратор – авторизований користувач, який має доступ до даних реєстру та бази даних; база даних – сховище реєстрової інформації.

Діаграма використання онлайн-реєстру біометану спрощеного виду наведена на рис 2.19.

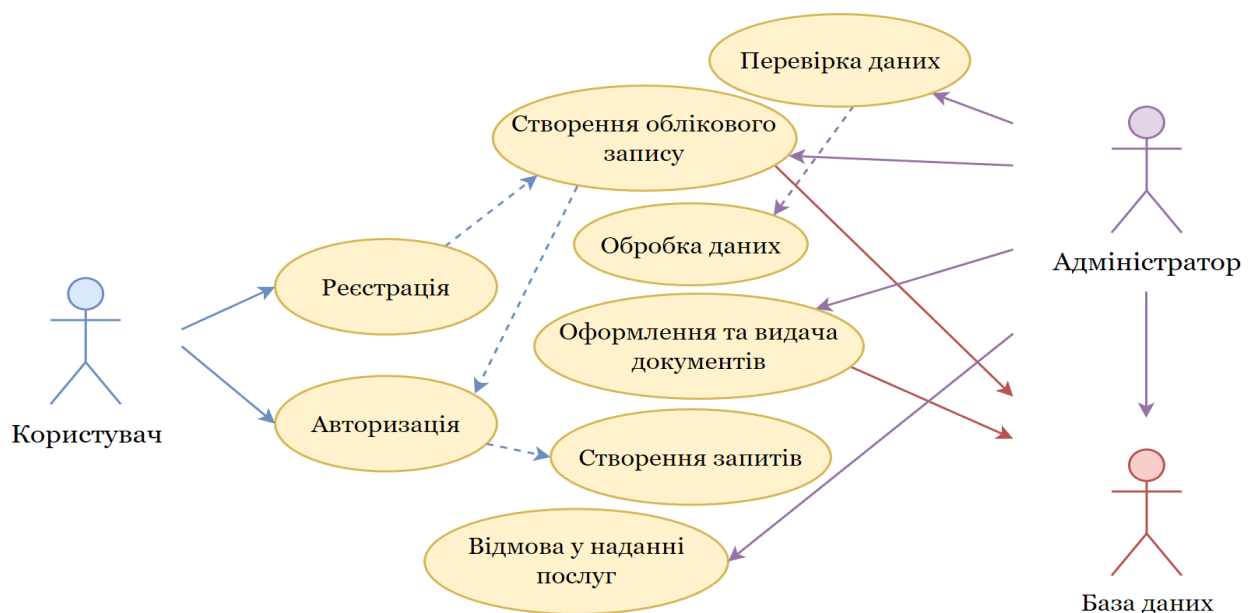


Рисунок 2.19. – Діаграма варіантів використання онлайн-реєстру біометану

Джерело: авторська розробка

Було виділено ряд загальних сценаріїв передбачені онлайн-реєстром біометану. З боку актора «Користувач» – це «Реєстрація» та «Авторизація». Варіант використання «Реєстрація» справедливий для незареєстрованих та неавторизованих користувачів. «Створення облікового запису» є включеним сценарієм «Реєстрація», який стає активним при умові відкриття реєстраційної форми на сайті реєстру. Сценарій «Створення запитів», у свою чергу, є включеним для «Авторизація». Після того, як користувач авторизувався у системі йому доступні можливості щодо створення запитів на різні електронні послуги реєстру.

Після проходження по ланцюгу сценаріїв «Реєстрація», «Створення облікового запису» та «Авторизація» актор «Користувач» набуває нових прав та трансформується у нових акторів, передбачених особливостями онлайн-реєстру біометану. Так, після авторизації у онлайн-реєстрі біометан передбачається поява нових акторів, серед яких «Виробник», «Треjder», «Споживач», «Незалежний аудитор» та «Оператор ГТС».

Розширена діаграма варіантів використання онлайн-реєстру біометану з боку актора «Користувач» наведена на рис 2.20.

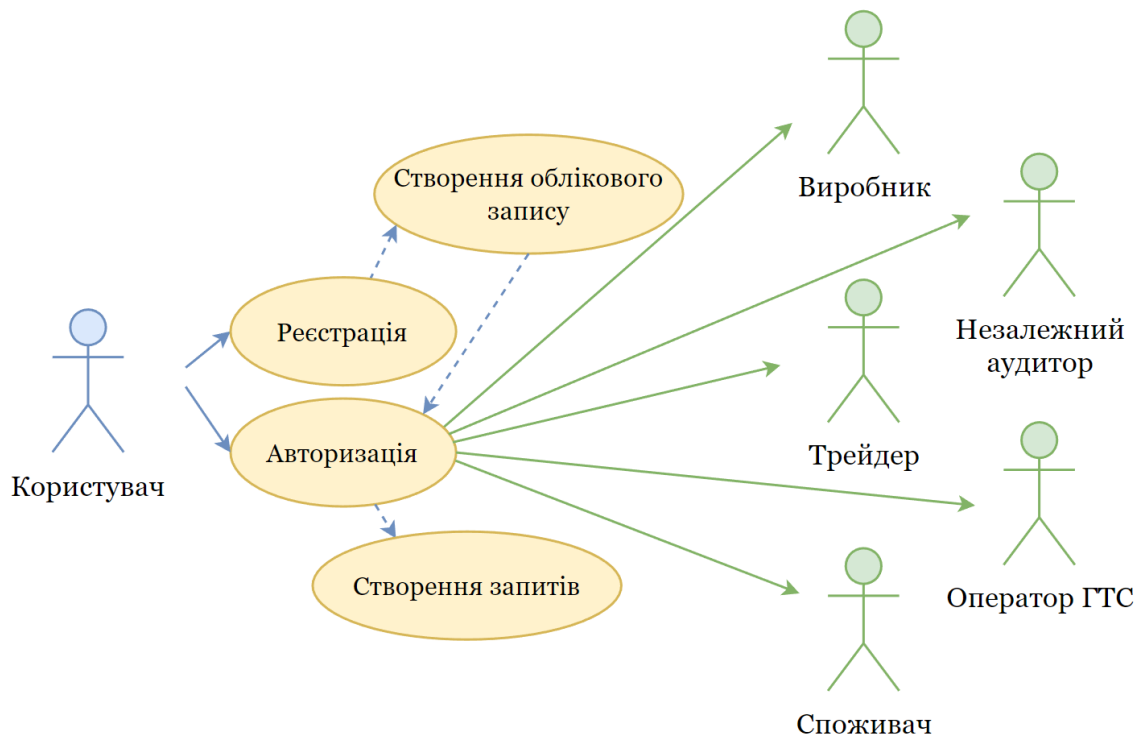


Рисунок 2.20. – Діаграма варіантів використання онлайн-реєстру біометану

Джерело: авторська розробка

Деталізація акторів дає можливість розширити діаграму варіантів використання онлайн-реєстру, виділивши низку унікальних операцій. Це дозволяє глибше проаналізувати дії акторів, слабкі місця у системі запитів та уникнути дублювання сценарії різними акторами. Тут нами виділяються первинні та вторинні актори онлайн-реєстру біометану (рис. 2.21).

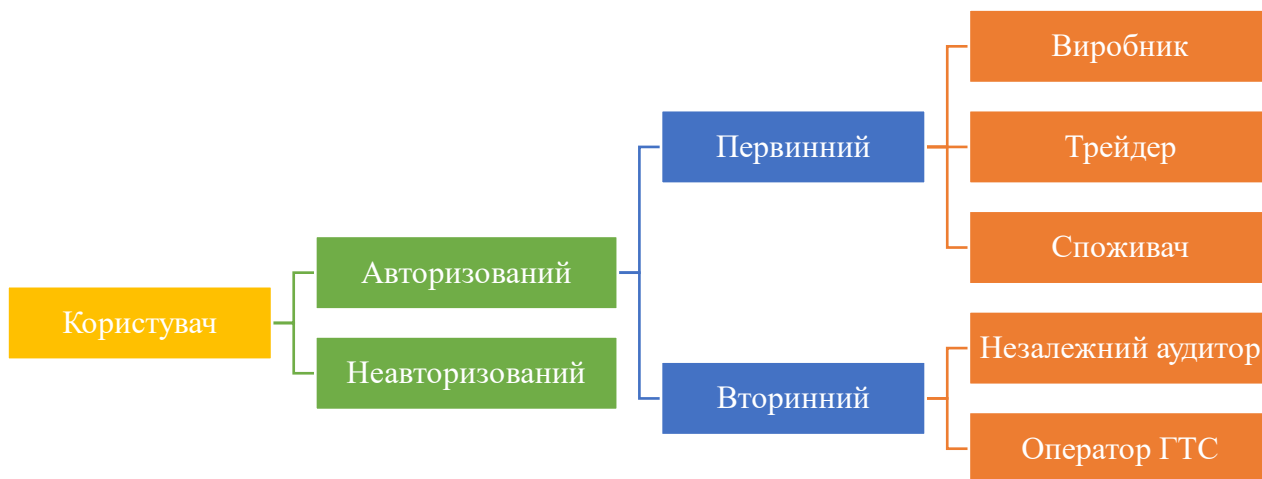


Рисунок 2.21. – Колекція первинних та вторинних акторів онлайн-реєстру біометану

Джерело: авторська розробка

Так, виробником біометану є суб'єкт господарювання, який має потужності для виробництва біометану та здатний здійснювати його реалізацію на базі договору купівлі-продажу. Треjder біометану – це суб'єкт господарювання, який здійснює купівлю біометану з метою його подальшого перепродажу. Споживач біометану, в свою чергу, є суб'єктом господарювання, який купує біометан у виробника або у трейдера з метою його використання для задоволення власних потреб. Незалежний аудитор – це фізична або юридична особа, яка наділена права здійснювати незалежний аудит діяльності виробників біометану. Оператор газотранспортної або газорозподільної системи – це суб'єкт господарювання, який на основі ліцензії надає послуги розподілу природного газу.

На основі сформованої колекції акторів реєстру, побудуємо діаграму варіантів використання онлайн-реєстру біометану авторизованими користувачами наведена на рис. 2.22.



Рисунок 2.22. – Діаграма варіантів використання онлайн-реєстру біометану
Джерело: авторська розробка

Розглядаючи діаграму зображену на рис. 2.20. у контексті сценарію «Створення запитів» можна виділити деталізовані сценарії наведені на рис. 2.22. з позиції авторизованого користувача. Тут варто зауважити на тому, залежно від того, які актори передбачаються у системі, було виділено наступні деталізовані сценарії використання системи:

1) з позиції виробника – «Створення запиту на отримання гарантій походження», «Створення запиту на розподіл гарантій походження», «Укладання актів прийому-передачі біометану», «Підпис документів», «Підтвердження обсягу біометану» (у контексті надання інформації для підтвердження), «Створення запиту на відкриття / закриття облікового запису»;

2) з позиції покупця – «Створення запиту на розподіл гарантій походження», «Створення запиту на відкриття / закриття облікового запису», «Підпис документів»;

3) з позиції споживача – «Створення запиту на відкриття / закриття облікового запису», «Створення запиту на анулювання гарантій походження», «Підпис документів»;

4) з позиції незалежного аудитора – «Укладання договорів про перевірку», «Видача висновку аудитора», «Створення запиту на відкриття / закриття

облікового запису», «Підпис документів»;

5) з позиції оператора ГТС – «Підпис документів», «Підтвердження обсягу біометану», «Створення запиту на відкриття / закриття облікового запису», «Укладання договорів про перевірку».

Наступним варіантом використання онлайн-реєстру біометану є деталізація серії сценаріїв зі сторони адміністратора та бази даних. Тут варто зауважити на тому, що у якості адміністратора може виступати бути будь-який авторизований користувач, який має відповідні права доступу керування базою даних (рис. 2.23).



Рисунок 2.23. – Діаграма варіантів використання онлайн-реєстру біометану

Джерело: авторська розробка

Отже, представлені діаграми варіантів використання дають можливість детально проаналізувати та сформулювати загальне уявлення про будову системи, виявити роль та місце кожного окремого елемента системи, визначити їх функціональні можливості. Розроблені діаграми варіантів використання є відповідною моделлю для побудови загальної моделі системи, у контексті проектування процесів функціонування онлайн-реєстру біометану у статичному та динамічних аспектах.

РОЗДІЛ 3

ПРОЄКТУВАННЯ ОНЛАЙН-РЕЄСТРУ БІОМЕТАНУ

3.1. Архітектура онлайн-реєстру біометану

У вузькому розумінні, архітектура інформаційної системи – це загальний план або набір інструкцій, який визначає та описує концепцію та структуру того, як повинні функціонувати та взаємодіяти між собою компоненти, процеси та інші важливі аспекти інформаційної системи. Інакше кажучи, архітектура – це опис того, як повинен бути побудований програмний продукт.

Архітектура визначає організацію системи, її функціональність, склад та взаємозв'язки між її компонентами. Вона включає в себе концепцію системи, таку як її цілі, структуру та розміщення компонентів, а також принципи проєктування, що дозволяють забезпечити якість, ефективність та надійність системи. Архітектура інформаційної системи дозволяє планувати та керувати розробкою, забезпечувати її взаємодію з іншими системами, а також забезпечувати її масштабованість та можливість розвитку в майбутньому [26].

Архітектура онлайн-реєстру – це загальна концепція і структура системи, яка відповідає за збереження та обробку даних, що відносяться до певної сфери діяльності та можуть бути доступні через Інтернет. Ця архітектура орієнтована на веб-додатки та зазвичай включає в себе компоненти, такі як веб-сервер, базу даних, front-end та back-end додатку, тобто клієнтську та серверну бізнес-логіку додатку.

В залежності від мети та масштабу проєкту, архітектура може включати різні компоненти та сервіси. Наприклад, онлайн-реєстр може містити базу даних, де зберігаються дані користувачів, їх документи, платіжні дані тощо, а також може мати веб-інтерфейс, що дає змогу користувачам звертатися до цих даних та виконувати певні дії.

Для досягнення гнучкості та масштабованості онлайн-реєстру, архітектура може бути розбита на окремі модулі, що можуть бути розгорнуті та масштабовані окремо один від одного. Також можуть використовуватися різні

підходи до розгортання та управління апаратним забезпеченням, такі як хмарні технології, що дають змогу забезпечувати високу доступність та ефективність системи.

У контексті проектування онлайн-реєстру біометану, архітектура – це система, що дозволяє реєструвати та контролювати обсяги виробництва біометану та їх походження відповідно до встановлених норм та правил. Архітектура цієї системи описує, як будуть взаємодіяти різні компоненти та функції системи, які дані будуть збиратися та зберігатися, а також які правила будуть застосовуватися для забезпечення точності та достовірності зібраних даних.

Архітектура онлайн-реєстр біометану може складатися з різних компонентів, таких як [27]:

- 1) веб-додаток для введення даних;
- 2) база даних для зберігання даних;
- 3) модулі для обробки даних та генерації звітів;
- 4) модулі реєстрації, авторизації та аутентифікації користувачів тощо.

Взаємодія між цими компонентами забезпечується за допомогою різних протоколів та інтерфейсів.

Архітектура системи повинна бути розроблена таким чином, щоб забезпечити ефективність та надійність збору та зберігання даних, а також забезпечити безпеку даних та доступ до них. Вона також повинна бути гнучкою та масштабованою для того, щоб дозволяти легко додавати нові функції та компоненти в майбутньому.

Для проектування онлайн-реєстр біометану була обраний архітектурний шаблон проектування MVC. MVC (Model-View-Controller) – це архітектурний шаблон, який дозволяє відділити логіку додатку від його представлення та управління. Архітектура MVC визначає загальну структуру системи, яка включає в себе компоненти, модулі та їх взаємодію. Опис архітектури допоможе визначити, які компоненти повинні бути розроблені, як вони взаємодіють між собою та які протоколи взаємодії повинні бути реалізовані. Врахування

архітектурних принципів та засобів при проектуванні онлайн-реєстру допоможе забезпечити його ефективність, масштабованість, надійність та зручність у використанні [27].

Архітектура MVC – є однією із найбільш популярних архітектур веб-додатків. Вона дозволяє розділити додаток на три ключові складові частини, серед яких модель (Model), представлення (View) та контролер (Controller) (рис. 3.1).

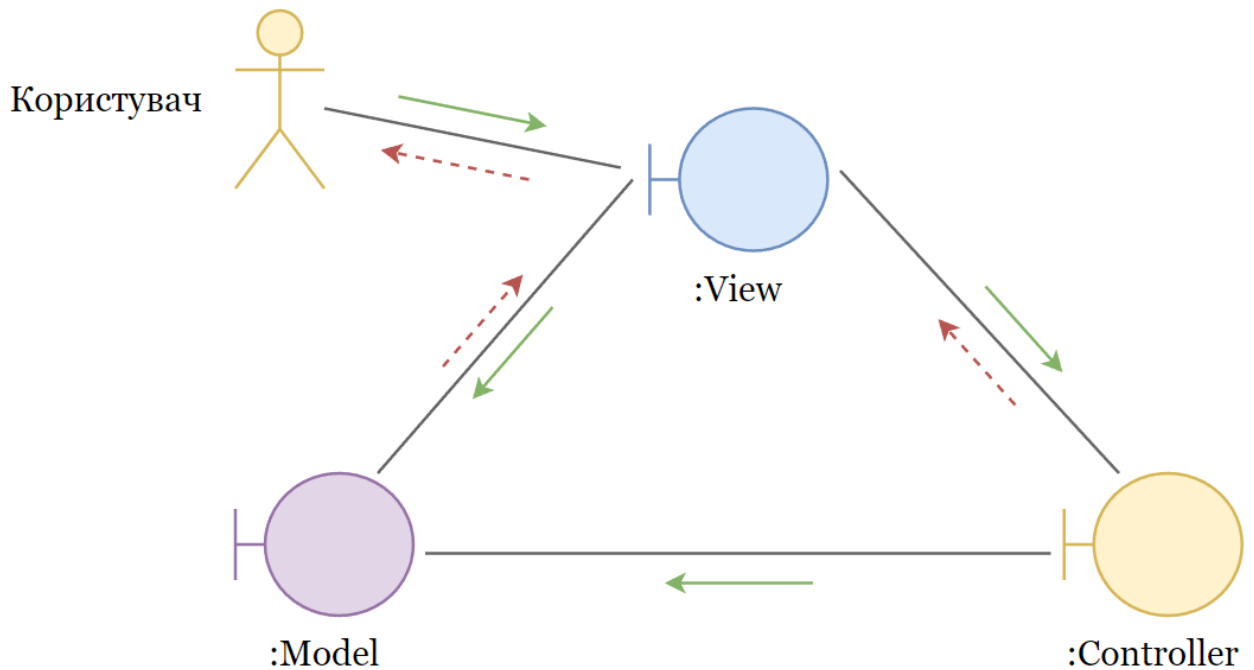


Рисунок 3.1. – Структура MVC архітектури

Джерело: авторська розробка

Кожен із цих компонентів відповідає за свою функцію в додатку і має свої відповідні завдання [28]. Так, модель (Model) – відповідає за зберігання даних та логіку додатку. Модель може бути представлена як база даних або будь-який інший джерело даних, з яким працює додаток. Вона виконує функції збереження, оновлення та отримання даних. Модель може включати бізнес-логіку, таку як правила валідації даних.

Представлення (View) – відповідає за відображення даних на стороні користувача. Вона має на меті створення інтерфейсу, який користувач може використовувати для взаємодії з додатком. Представлення отримує дані від моделі та відображає їх у відповідному форматі. Представлення також може

займатися валідацією введених користувачем даних.

Контролер (Controller) – відповідає за управління взаємодією між моделлю та представленням. Він обробляє запити користувача та викликає відповідні методи моделі та представлення. Контролер також може включати логіку, яка дозволяє переключатися між різними сторінками додатку та здійснювати різні дії.

Одна з головних переваг архітектури MVC полягає в її легкості розширення та підтримки. Вона дозволяє відокремити логіку додатку від його відображення, що дозволяє з легкістю змінювати і додавати нові функціональні можливості, не впливаючи на роботу інших складових частин додатку.

Ще одна перевага архітектури MVC полягає в її можливості використання тестування. Оскільки модель та контролер відокремлені один від одного, можна проводити тестування кожної складової окремо. Це дозволяє знизити кількість помилок та збільшити надійність додатку.

Недоліками архітектури MVC можуть бути складність у встановленні та конфігуруванні, а також складність у розробці більш складних додатків, де може знадобитися більш гнучкий підхід до управління взаємодією між складовими частинами.

Загалом, архітектура MVC є потужним інструментом для розробки веб-додатків, який дозволяє відокремити логіку, представлення та управління взаємодією між ними. Це забезпечує зниження залежності між різними частинами додатку та забезпечує більшу гнучкість у розробці та підтримці веб-додатків.

Використання архітектурної моделі MVC є чудовим рішенням для розробників, які планують у майбутньому розширювати функціональність програмного забезпечення без необхідності змінювати всю програму в цілому. Крім того, використання даної моделі дозволяє забезпечити більшу безпеку та стабільність програмного забезпечення, що, в свою чергу, позитивно відображається на досвіді користувача.

Використання архітектурної моделі MVC є чудовим рішенням для

розробників, які хочуть розширювати функціональність програмного забезпечення без необхідності змінювати всю програму в цілому. Крім того, використання даної моделі дозволяє забезпечити більшу безпеку та стабільність програмного забезпечення, що, в свою чергу, позитивно відображається на досвіді користувача.

В загальному вигляді, файлова структура проекту онлайн-реєстру біометану згідно архітектурного шаблону MVC може мати наступний вигляд (рис. 3.2.):

```

biomethane_registry/
|-- app/
|   |-- controllers/
|       |-- GuaranteesController.php
|       |-- CertificatesController.php
|       |-- HomeController.php
|   |-- models/
|       |-- Guarantee.php
|       |-- Certificate.php
|       |-- User.php
|   |-- views/
|       |-- guarantees/
|           |-- index.php
|           |-- create.php
|           |-- edit.php
|           |-- show.php
|       |-- certificates/
|           |-- index.php
|           |-- create.php
|           |-- edit.php
|           |-- show.php
|       |-- home/
|           |-- index.php
|       |-- layout/
|           |-- head.php
|           |-- header.php
|           |-- footer.php
|           |-- script.php
|       |-- helpers.php
|-- bootstrap/
|   |-- app.php
|   |-- database.php
|-- public/
|   |-- css/
|   |-- js/
|   |-- img/
|   |-- index.php
|   |-- .htaccess
|   |-- web.config
|-- resources/
|   |-- lang/
|   |-- views/
|       |-- errors/
|       |-- email/
|       |-- auth/
|           |-- login.php
|           |-- register.php
|           |-- reset-password.php
|       |-- assets/
|           |-- sass/
|           |-- js/
|           |-- img/
|           |-- fonts/
|-- storage/
|   |-- app/
|       |-- public/
|       |-- private/
|   |-- framework/
|   |-- cache/
|   |-- sessions/
|   |-- views/
|-- logs/
|-- tests/
|   |-- Unit/

```

Рисунок 3.2. – Файлова структура онлайн-реєстру біометану

Джерело: авторська розробка

Наведена структура папок представляє традиційну структуру проекту на

PHP з використанням фреймворка Laravel. Основна мета фреймворка Laravel полягає в полегшенні розробки веб-додатків на мові PHP. Цей фреймворк має структуру, яка забезпечує логічну організацію різних елементів проекту, таких як контролери, моделі, види та додаткові файли.

Наведена структура проекту є типовою для веб-додатків, розроблених на базі архітектурного шаблону MVC. Вона складається з декількох основних директорій:

1) `app/` – директорія, яка включає контролери, моделі та види (або шаблони) додатку. У контролерах визначаються методи, які відповідають за обробку різних запитів, а в моделях – базові правила і методи, які пов'язані з взаємодією з базою даних;

2) `controllers/` – директорія, в якій зберігаються файли контролерів. Контролери – це класи, які містять методи, що обробляють запити користувача та взаємодіють з іншими елементами системи (моделями, видами тощо). Контролери відповідають за обробку запитів веб-додатку та прийняття відповідних рішень щодо відображення даних на сторінках веб-сайту або додатку;

3) `models/` – директорія, в якій знаходяться файли моделей даних, що використовуються у додатку. Моделі визначають структуру даних, які зберігаються в базі даних, а також методи доступу до цих даних. Так можуть зберігатися файли, що містять спільні методи для роботи з даними, наприклад, для підключення до бази даних або для виконання загальних запитів до бази даних;

4) `views/` – директорія, в якій знаходяться шаблони (або представлення) для відображення веб-сторінок в програмі. Кожен контролер може мати відповідний файл представлення для кожного методу дії, який повертає відповідь користувачу;

5) `guarantees/` – директорія, в якій знаходяться файли видів для гарантій;

6) `certificates/` – директорія, в якій знаходяться файли видів для сертифікатів;

7) `home/` – директорія, в якій знаходиться файл виду для головної сторінки (home page) веб-додатку;

8) `layout/` – директорія, в якій зазвичай містяться файли для відображення структури макету (layout) веб-сайту або додатку. Зокрема це шапка (`header.php`), навігаційне меню (`navbar.php`), футер (`footer.php`), заголовок (`head.php`), скрипти (`script.php`) та інші елементи, які повторюються на кожній сторінці. За допомогою цих файлів можна уникнути дублювання коду на кожній окремій сторінці і забезпечити єдиний зовнішній вигляд для всього сайту або додатку. Файли з папки `layout/` зазвичай використовуються як шаблон для виведення даних в браузері;

9) `bootstrap/` – директорія, в якій знаходяться файли, необхідні для запуску додатку, зокрема `app.php` - файл, в якому визначається головний об'єкт додатку, та `database.php` – файл, в якому налаштовується з'єднання з базою даних;

10) `config/` – директорія містить конфігураційні файли для налаштування різних аспектів програмного забезпечення, наприклад, конфігураційні файли бази даних, параметри зв'язку з іншими системами та сервісами, параметри безпеки, настройки мови та локалізації та інші;

11) `database/` – директорія містить файли та скрипти, що відповідають за налаштування та зв'язок з базою даних. Тут знаходяться файли конфігурації бази даних, які включають в себе інформацію про параметри підключення до бази даних, а також скрипти для створення та оновлення схеми бази даних. Також тут можуть знаходитися файли, що містять схеми баз даних або моделей, які використовуються у проєкті;

12) `public/` – директорія, в якій знаходяться файли, доступні з зовнішнього середовища (наприклад, з Інтернету), включаючи точку входу до додатку (`index.php`), статичні файли (`css/`, `js/`, `img/`) та файли налаштування сервера (`htaccess` та `web.config`);

13) `resources/` – директорія, в якій знаходяться ресурси, використовувані в додатку, такі як файли перекладу (`lang/`), види сторінок (`views/`), стилі та скрипти

(assets/);

14) storage/ – директорія, в якій зберігаються файли, що згенеровані додатком, такі як сесії, кеш, логи, зображення тощо;

15) tests/ – директорія, в якій знаходяться тести, що допомагають перевірити правильність роботи функцій, класів, модулів та інших компонентів. Тести можуть бути написані для автоматизованого тестування, тестування ручного введення даних, валідації введених даних та іншого функціоналу;

16) vendor/ – директорія містить залежності проєкту, які встановлюються зовнішніми бібліотеками або іншими залежностями, які не є частиною стандартної бібліотеки мови програмування. Ця директорія може містити файли, які згенеровані пакетним менеджером або залежностями, а також конфігураційні файли та документацію. Зазвичай вона не зберігається в репозиторії проєкту, оскільки залежності можуть бути встановлені на кожній машині окремо. В нашому випадку, у рамках роботи з PHP-проєктом ця директорія часто містить папку composer, що містить усі залежності, що завантажує пакетний менеджер Composer.

Серед основних файлів проєкту варто виділити наступні:

- 1) Guarantee.php – модель для гарантій;
- 2) Certificate.php – модель для сертифікатів;
- 3) User.php – модель для користувачів;
- 4) index.php – відображення списку гарантій;
- 5) create.php – відображення форми створення гарантії;
- 6) edit.php – відображення форми редагування гарантії;
- 7) show.php – відображення інформації про окрему гарантію;
- 8) index.php – відображення списку сертифікатів;
- 9) create.php – відображення форми створення сертифікату;
- 10) edit.php – відображення форми редагування сертифікату;
- 11) show.php – відображення інформації про окремий сертифікат;
- 12) .env – файл, в якому знаходяться налаштування середовища, такі як

дані для з'єднання з базою даних, ключі для шифру.

В рамках проєктування онлайн-реєстру біометану, окремо варто зосередити увагу на колекції даних, які збираються і обробляються під час авторизації у системи, тобто онлайн-реєстрі. Тут доцільно зауважити, що авторизація користувача і його аутентифікація це кардинально різні процеси. Аутентифікація – це процес підтвердження того, що користувач є тим, за кого він себе видає, тоді як авторизація – це процес визначення того, чи має користувач право на доступ до певних даних або функцій системи.

Саме тому, опис алгоритму авторизації є важливим елементом забезпечення безпеки даних в системі, тому що це дозволить на стадії програмної реалізації обмежити доступ до конфіденційної інформації або функцій тільки тим користувачам, які мають на це право. Опис алгоритму авторизації на сайті є частиною логічної моделі бази даних, оскільки він пов'язаний з процесом взаємодії користувачів з системою. Наприклад, в логічній моделі може бути вказано, які дані потрібні для авторизації користувача, які поля використовуються для зберігання ідентифікаторів та паролів, які правила безпеки мають бути застосовані до цих даних, та інші відповідні вимоги.

Алгоритм авторизації – важлива частина проєктування системи з трьох причин: забезпечення безпеки даних, їх цілісності даних, а також ефективного управління базою даних. Наведення алгоритму авторизації на етапі проєктування системи є критично важливим завданням, оскільки результати цього процесу визначають основну логічну модель бази даних. Це має особливе значення, адже якщо процес авторизації не буде розглянуто на етапі проєктування системи, то це може призвести до наступних проблем [29]:

- 1) по-перше, може статися так, що дані можуть бути збережено некоректно;
- 2) по-друге, користувачі можуть отримати доступ до даних, до яких не повинні мати.

Зазначені проблеми можуть виникнути через некоректні взаємозв'язки між таблицями. Тому, опис алгоритму на стадії розгортання структури проєкту

дозволяє розробникам та адміністраторам баз даних ефективно керувати правами доступу користувачів та встановлювати правила безпеки даних.

Авторизація зазвичай здійснюється з використанням комбінації логіну та пароля, але може використовуватися й інші методи, такі як біометричні дані, смарт-карти, аутентифікація з використанням мобільного телефону або електронної пошти тощо.

Алгоритм авторизації користувача у онлайн-реєстрі передбачає ряд кроків та може бути наведений за допомогою блок-схеми алгоритму, який наведено нижче (рис. 3.3).

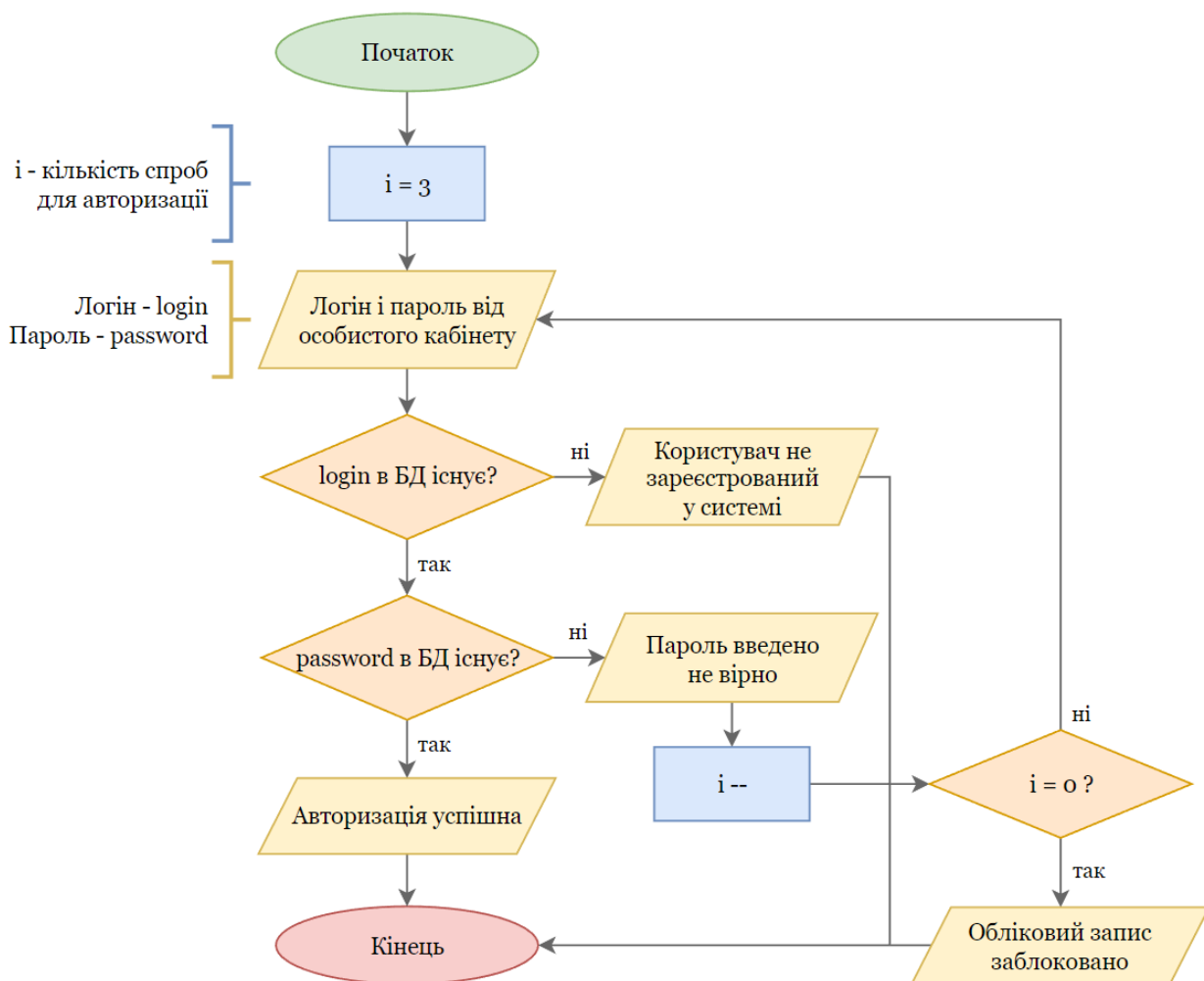


Рисунок 3.3. – Алгоритм авторизації в онлайн-реєстрі біометану

Джерело: авторська розробка

Модулем авторизації передбачається за замовчуванням три спроби на авторизацію в онлайн-реєстрі біометану ($i = 3$). При кожній не успішній спробі введення даних авторизації користувач втрачає одну спробу ($i--$ або $i=i-1$). Коли

кількість спроб сягне нуля ($i = 0$) обліковий запис блокується і користувачу необхідно звернутися до адміністратора із запитом на відновлення даних. Варто зауважити, що процес відновлення пароля також можливий і без звертання до адміністратора, шляхом виконання певних дій, наприклад введення коду підтвердження або застосування двофакторної автентифікації – можливість ввести свій пароль, а потім підтвердити свою особистість за допомогою іншого методу, такого як код підтвердження, надісланий на мобільний телефон.

Після того, як користувач проходить процес авторизації, йому надається обмежений доступ до ресурсів системи, що залежить від його ролі та прав. Наприклад, адміністратор має повний доступ до всіх ресурсів системи, тоді як звичайний користувач може мати доступ лише до певної частини ресурсів або функцій. Така система налаштована для забезпечення безпеки даних та унеможливлення несанкціонованого доступу до системи.

У проєкті може бути кілька місць, де описується модуль авторизації користувача, в залежності від конкретної реалізації.

Одним із можливих місць є директорія `app/` проєкту, де зазвичай знаходяться файли з кодом контролерів, моделей, виглядів (`views`) та інші допоміжні файли. У контролерах можуть бути описані методи, які відповідають за реалізацію процесу авторизації користувача. В моделях можуть бути описані методи для перевірки коректності логіна та пароля користувача, а також для отримання та збереження даних про користувачів.

Також, модуль авторизації може бути описаний у файлі конфігурації проєкту, який зазвичай знаходиться в директорії `config/`. У цьому файлі можуть бути вказані параметри для авторизації, такі як назва таблиці бази даних, де зберігаються дані про користувачів, або назви полів, де зберігаються логіни та паролі користувачів.

Крім того, можуть бути використані сторонні бібліотеки або фреймворки, які вже містять готовий модуль авторизації та надають зручний інтерфейс для його використання. У цьому випадку опис модуля авторизації може знаходитись у відповідній документації чи файлі бібліотеки.

3.2. Опис логічної моделі бази даних онлайн-реєстру біометану

Логічна модель бази даних є відображенням даних та їх взаємозв'язків у форматі схеми бази даних. Вона описує дані, які повинні бути збережені в базі даних та їх взаємозв'язки, без урахування фізичних характеристик бази даних, таких як місце зберігання даних, доступ до даних тощо. Логічна модель бази даних розглядається на рівні концепцій або моделей даних, що дозволяє легко розуміти взаємозв'язки між даними та їх структуру. Особливістю логічної моделі бази даних є визначення структури даних та зв'язки між ними без прив'язки до конкретної системи управління базами даних, а тому, ця модель може бути програмно реалізована на будь-яких СУБД.

Логічна модель бази даних є важливим компонентом проектування баз даних, що дозволяє детально розглянути структуру даних, визначити їх взаємозв'язки та вирішити складні завдання щодо забезпечення ефективності та зручності зберігання інформації. Логічна модель бази даних є важливим етапом у процесі створення бази даних, оскільки вона допомагає зрозуміти, які дані потрібні для збереження, як вони будуть організовані та як вони пов'язані між собою. Логічна модель бази даних дозволяє досконало сформулювати механізм управління даними тим самим забезпечити їх стабільність. Вона є ключовою складовою при проектуванні баз даних, адже від неї залежить ефективність та зручність роботи з даними [30].

Враховуючи важливість логічної моделі бази даних, варто зауважити, що розробка ефективної та зручної бази даних, що задовольняє потреби користувачів та бізнесу, є складним завданням та вимагає відповідних знань та навичок розробника по розробці та організації баз даних. Хоча бази даних можуть вимагати значних витрат на їх розробку та підтримку, правильна розробка логічної моделі може стати основою для ефективної та безперебійної роботи з даними на довгі роки. При цьому, крім забезпечення зручного доступу до даних та їхньої захищеності від несанкціонованого втручання, логічна модель може бути використана як основа для подальшого розвитку та вдосконалення бази даних. Наприклад, до неї можна додати нові таблиці та поля або змінити

вже існуючі, щоб відповідати змінюваним вимогам та потребам бізнесу. Таким чином, правильно розроблена логічна модель бази даних може допомогти підвищити її цінність та ефективність на довгостроковий період.

У логічній моделі бази даних, сутності та їх взаємозв'язки описуються відношеннями та атрибутами. Відношення визначається як таблиця, що містить записи про конкретні сутності, а атрибути описують характеристики цих сутностей. Крім цього, у логічну модель бази даних можна включати й правила цілісності даних. Ці правила дозволяють забезпечити правильність та стабільність даних в базі даних. Наприклад, можна встановити обмеження на введення негативних значень або унікальності даних. Це допомагає запобігти появі помилок та забезпечує цілісність даних в базі [17].

Процес створення логічної моделі бази даних у вузькому сенсі передбачає аналіз вимог користувача та бізнесу, вивчення сутностей та атрибутів, що повинні бути включені до бази даних, визначення зв'язків між сутностями та встановлення правил цілісності даних.. У ширшому вигляді, створення логічної моделі передбачає виконання наступних етапів [28]:

1) визначення сутностей та їх взаємозв'язків – на цьому етапі визначаються сутності, які представлені в базі даних, та їх взаємозв'язки. Сутність - це об'єкт або поняття, яке відображається в базі даних, наприклад, «користувач» або «операція»;

2) створення схеми сутностей-відношень – на цьому етапі визначається структура бази даних, яка відображається у вигляді схеми сутностей-відношень. Відношення – це таблиця, яка містить дані, пов'язані з однією сутністю. нормалізація даних – це процес, за яким відбувається розбиття таблиць на більш малий рівень, щоб уникнути дублювання даних та забезпечити їх цілісність;

3) нормалізація – на цьому етапі виконується процес нормалізації, що допомагає визначити оптимальну структуру бази даних, уникнути дублювання даних та забезпечити їх цілісність;

4) створення атрибутів – на цьому етапі визначаються атрибути для кожної сутності та відношення. Атрибути бази даних відносяться до властивостей, що

визначають структуру та зміст даних, що зберігаються в базі даних. Наприклад, для сутності «Користувач» атрибутами можуть бути «Ім'я», «Прізвище» тощо;

5) визначення первинних ключів – на цьому етапі визначається первинний ключ для кожної таблиці. Первинний ключ – це унікальний ідентифікатор, який однозначно ідентифікує кожен запис в таблиці. Зазвичай первинний ключ встановлюється на основі одного або декількох атрибутів таблиці. Визначення первинного ключа є дуже важливим етапом проектування бази даних, оскільки він забезпечує унікальність записів в таблиці і дозволяє забезпечити цілісність даних;

6) визначення зовнішніх ключів – тут визначаються зовнішні ключі, які встановлюють зв'язки між таблицями. Зовнішній ключ – це атрибут таблиці, який посиляється на первинний ключ іншої таблиці;

7) створення індексів – на цьому етапі визначаються індекси, які дозволяють ефективно здійснювати пошук і фільтрацію даних в базі даних та прискорити пошук даних в базі даних;

8) розробка запитів – на цьому етапі розробляються запити, які виконуються на базі даних. Запит – це команда, яка виконує певні операції з даними, наприклад, вибірка даних з бази даних.

Як було визначено вище, в рамках нашого дослідження, було виділено шість ключових користувачів онлайн-реєстром біометану, зокрема «Адміністратор», «Виробник», «Треjder», «Споживач», «Незалежний аудитор» та «Оператор ГТС». Відповідно до цього, пропонується каталог наступних сутностей (таблиць) бази даних онлайн-реєстру біометану:

- 1) «Адміністратори»;
- 2) «Споживачі»;
- 3) «Виробники»;
- 4) «Оператори ГТС»;
- 5) «Трейдери»;
- 6) «Незалежні аудитори».

Деталізуємо призначення пропонованих таблиць бази даних онлайн-

реєстру біометану у табл. 3.1

Таблиця 3.1

Призначення таблиць сутностей бази даних онлайн-реєстру біометану

| № | Назва таблиці | Опис таблиці |
|---|--------------------|--|
| 1 | Адміністратори | Таблиця містить інформацію про людей, які мають повний доступ до системи онлайн-реєстру біометану. Адміністратор відповідає за збір, зберігання, оновлення, видалення та реєстрацію даних у реєстрі, а також за забезпечення безперебійного функціонування онлайн-сервісу для користувачів. |
| 2 | Споживачі | Таблиця містить інформацію про людей, які мають доступ до системи онлайн-реєстру біометану для перегляду інформації про постачальників біометану, наявність гарантій походження, можуть придбати біометан та здійснювати інші дії передбачені системою. |
| 3 | Виробники | Таблиця містить інформацію про компанії або організації, які виробляють біометан. Тут зберігається інформація про сировину з якої був вироблений біометан, потужності виробництва, гарантії походження, дата постачання до газотранспортної системи та дата перевірки незалежним аудитором. |
| 4 | Оператори ГТС | Таблиця містить інформацію про компанії або організації, які забезпечують транспортування біометану по газотранспортній системі (ГТС) та відповідну реєстрацію цих процесів у системі онлайн-реєстру біометану. Тут міститься інформація про виробника та постачальника біометану, дата постачання до газотранспортної системи та дата перевірки незалежним аудитором. |
| 5 | Трейдери | Таблиця містить інформацію про компанії або організації, які займаються купівлею та продажем біометану на ринку за допомогою системи онлайн-реєстру біометану. Тут міститься інформація про виробника біометану та дата перевірки незалежним аудитором |
| 6 | Незалежні аудитори | Таблиця містить інформацію про організації, які проводять аудит діяльності компанії або з метою перевірки її діяльності відповідно до встановлених стандартів, зокрема щодо продажу та виробництва біометану. Тут зберігається інформацію про дату видачу висновку аудитора та його зміст. Інформація про результати такого аудиту може бути збережена в системі онлайн-реєстру біометану, щоб забезпечити доступність цієї інформації іншим користувачам системи. |

Джерело: авторська розробка

З метою формування моделі логічної бази даних онлайн-реєстру біометану, пропонуємо навести концептуальну модель представлення відношень між окремими сутностями наведена (рис. 3.4). Ця концептуальна модель включає в себе опис сутностей, атрибутів та їх відношень між собою, яка слугуватиме

основою для подальшого проектування та розробки фізичної бази даних.

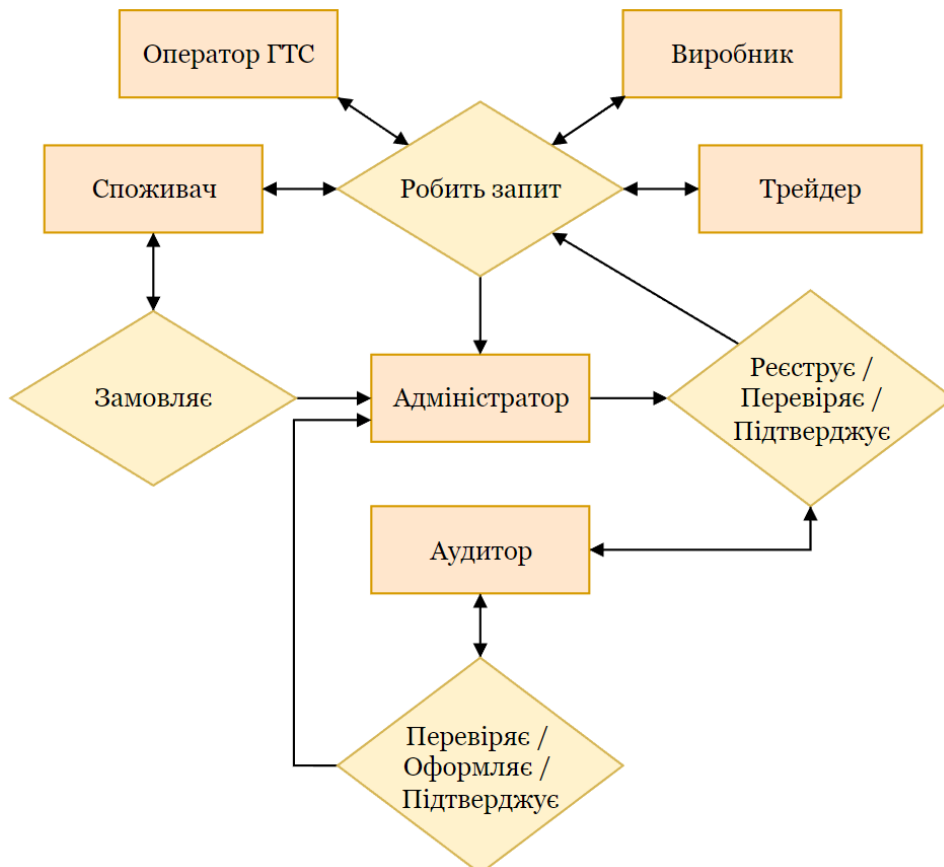


Рисунок 3.4. – Концептуальна модель відношень між сутностями бази даних онлайн-реєстру біометану

Джерело: авторська розробка

Концептуальна модель бази даних використовується для спілкування зі зацікавленими сторонами та для визначення функціональних вимог до системи. Вона може бути представлена у вигляді діаграми зв'язків, що допомагає зрозуміти залежності між сутностями та їх взаємозв'язки. Концептуальна модель бази даних використовується для проектування логічної моделі бази даних, яка вже описується залежностями від конкретної СУБД [31].

Для створення моделі логічної бази даних онлайн-реєстру пропонуємо виділити додаткові таблиці сутностей, які можна вважати батьківськими у дереві ієрархії таблиць бази даних. У якості додаткових таблиць ми вбачаємо таблиці «Користувачі», «Ролі», «Адміністратор», «Споживач», «Виробник», «Оператор», «Трейдер», «Аудитор», «Гарантії» та «Сертифікати». На відміну від вище наведених узагальнених таблиць, додаткові містять інформацію про

конкретну людину, компанію або організацію, які можуть керувати даними щодо біометану та здійснювати інші дії, пов'язані з управлінням онлайн-реєстром.

На основі вище наведеного, пропонуємо діаграму ієрархії таблиць у базі даних онлайн-реєстру біометану (рис. 3.5):

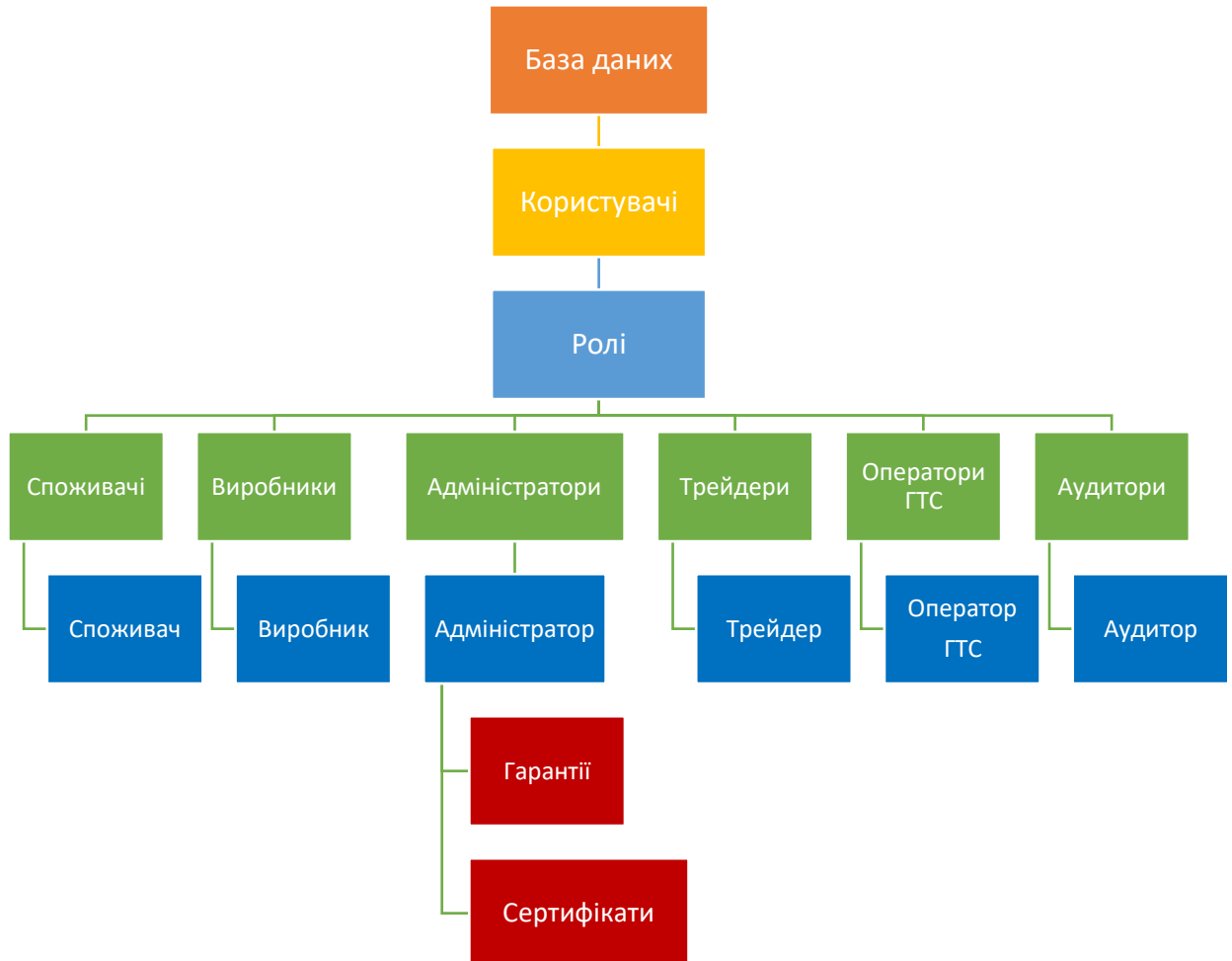


Рисунок 3.5. – Ієрархія таблиць у базі даних онлайн-реєстру біометану

Джерело: авторська розробка

Окрему увагу слід приділити таблиці «Ролі». Дана таблиця містить права доступ до даних чи операцій тих чи інших користувачів онлайн-реєстру, які зареєстровані у системі. Серед цих ролей, власне, і є «Адміністратор», «Споживач», «Виробник», «Постачальник», «Оператор ГТС», «Треjder», «Незалежний аудитор». Залежно від того, яка роль користувачу реєстру була надана реєстратором, формується каталог прав, якими наділений користувач реєстру.

Логічна модель таблиці «Ролі» наведена на рис. 3.6.

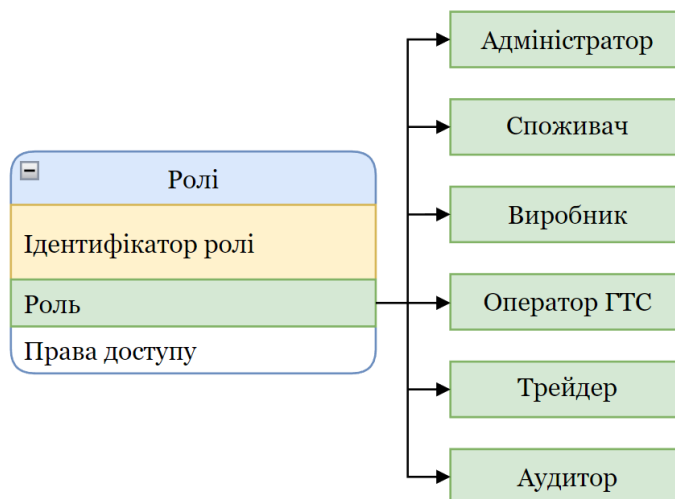


Рисунок 3.6. – Логічна модель таблиці «Ролі» бази даних онлайн-реєстру
Джерело: авторська розробка

Найвищою таблицею у базі даних онлайн-реєстру біометану ми вважаємо таблицю «Користувачі» – вона містить інформацію про усіх користувачів реєстру. Через цю таблицю можна отримати інформацію про будь-якого користувача системи, переглянути операції, які були зареєстровані останніми, а також перевіряти достовірність введених та зареєстрованих документів.

Логічна модель таблиці «Користувачі» наведена на рис. 3.7.

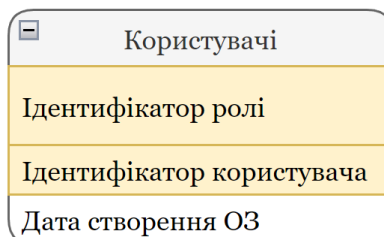


Рисунок 3.7. – Логічна модель таблиці «Користувачі» бази даних онлайн-реєстру

Джерело: авторська розробка

Говорячи про таблиці, в яких зберігаються дані про конкретних зареєстрованих користувачів у системі, тут варто відмітити, що нами пропонується створювати декілька різних таблиць під різні групи користувачів. Так наприклад, для зберігання даних про споживачів біометану, створюється дві таблиці: перша таблиця – «Споживачі» для зберігання даних про усіх споживачів, а друга таблиця – «Споживач» – для зберігання даних про

конкретного споживача (рис. 3.8).

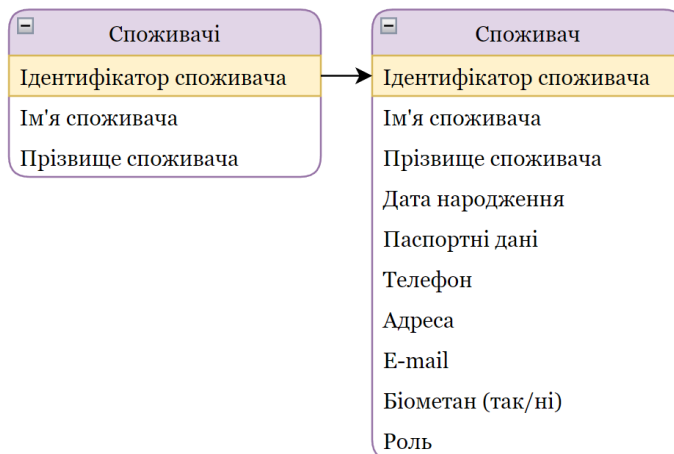


Рисунок 3.8. – Логічна модель таблиць «Адміністратори» та «Адміністратор» бази даних онлайн-реєстру біометану

Джерело: авторська розробка

Такий підхід дозволить систематизувати інформацію у базі даних, що забезпечить цілісність даних, їх швидкий пошук та доступ. По такому самому принципу створюються таблиці для зберігання інформації про інших користувачів реєстру:

1) для адміністраторів реєстру – «Адміністратори» → «Адміністратор» (рис. 3.9);

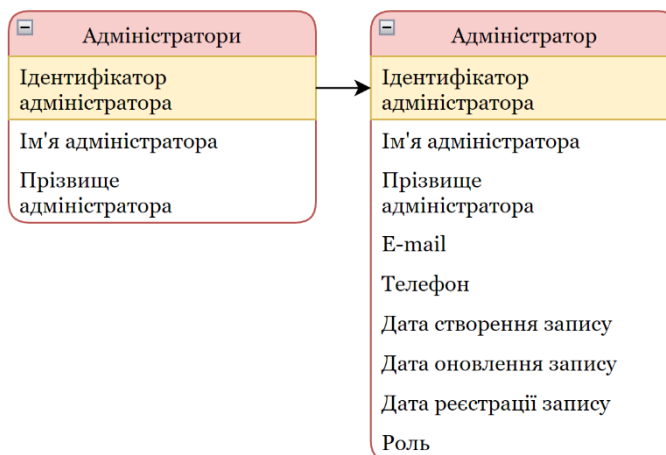


Рисунок 3.9. – Логічна модель таблиць «Адміністратори» та «Адміністратор» бази даних онлайн-реєстру біометану

Джерело: авторська розробка

2) для зареєстрованих виробників біометану – «Виробники» →

«Виробник» (рис. 3.10);

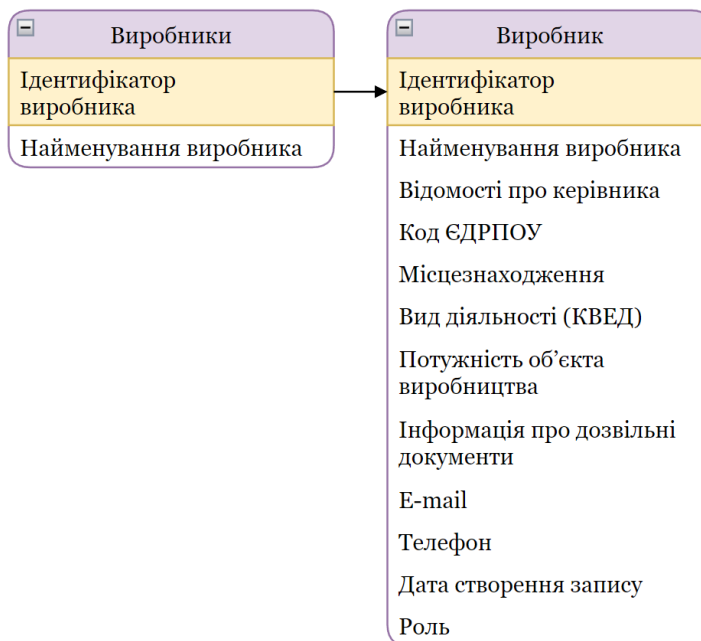


Рисунок 3.10. – Логічна модель таблиць «Виробники» та «Виробник» бази даних онлайн-реєстру біометану

Джерело: авторська розробка

3) для операторів газотранспортної системи – «Оператори» → «Оператор» (рис. 3.11);

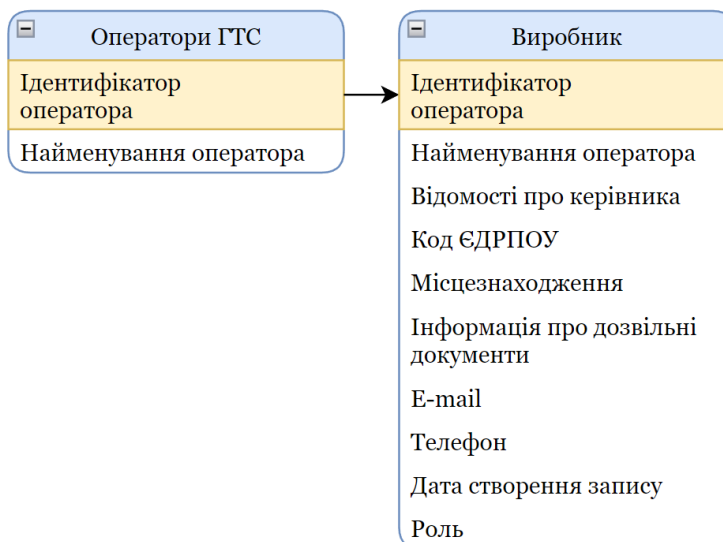


Рисунок 3.11. – Логічна модель таблиць «Оператори» та «Оператор» бази даних онлайн-реєстру біометану

Джерело: авторська розробка

4) для трейдерів – «Трейдери» → «Трейдер» (рис. 3.12);

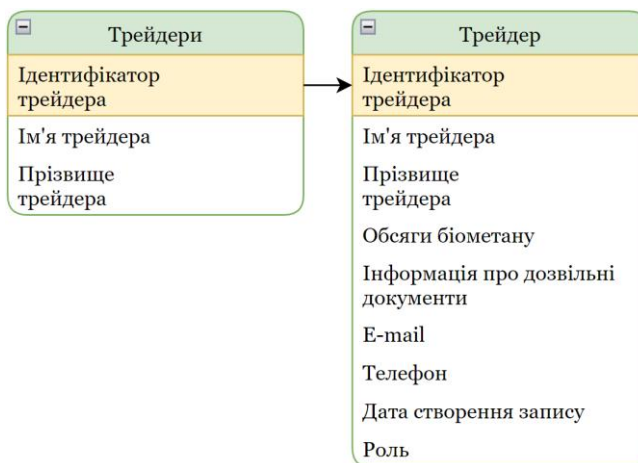


Рисунок 3.12. – Логічна модель таблиць «Трейдери» та «Трейдер» бази даних онлайн-реєстру біометану

Джерело: авторська розробка

5) для незалежних аудиторів – «Аудитори» → «Аудитор» (рис. 3.13);

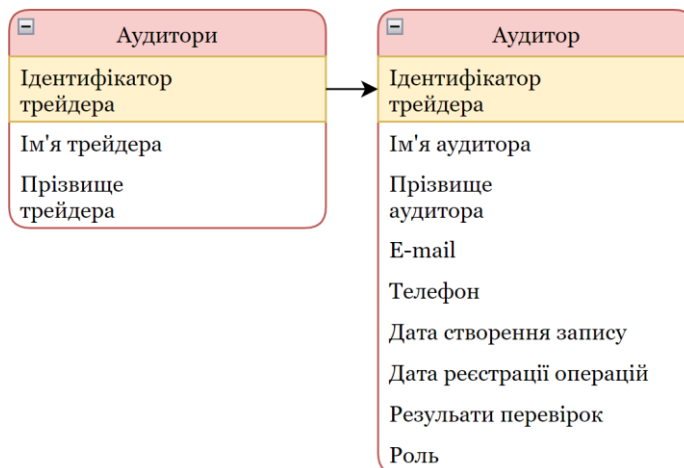


Рисунок 3.13. – Логічна модель таблиць «Аудитори» та «Аудитор» бази даних онлайн-реєстру біометану

Джерело: авторська розробка

Для зберігання інформації про гарантії походження біометану, тобто документа підтверджуючого походження біометану, зокрема їх дати отримання, інформації про обсяг біометану поданого до ГТС, сировини з якої був вироблений біометан тощо призначена таблиця «Гарантії». Таблиця «Сертифікати», в свою чергу, призначена для зберігання інформації про анульовані гарантії походження біометану, зокрема дату видачу сертифікату та його ідентифікаційний номер (рис. 3.14). Доступ до цих таблиць має реєстратор

або адміністратор онлайн-реєстру.

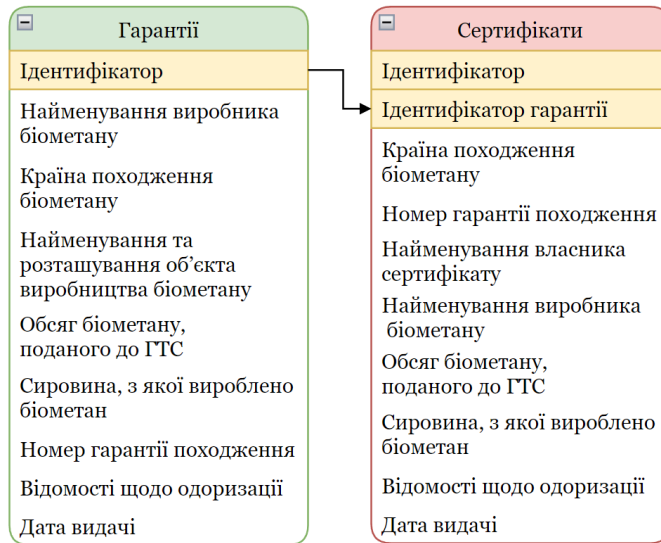


Рисунок 3.14. – Логічна модель таблиць «Гарантії» та «Сертифікати» бази даних онлайн-реєстру біометану

Джерело: авторська розробка

Варто зауважити, що інформація про сертифікат походження генерується на основі таблиці «Гарантії», а тому це означає, що дані у цій таблиці автоматично використовуються для формування сертифікату. Таким чином, не потрібно вводити дані двічі, що дозволяє уникнути помилок та зменшити ризик виникнення непорозумінь у процесі оформлення сертифікату.

Таким чином, розроблена логічна модель бази даних допомагає відобразити та зрозуміти бізнес-логіку функціонування онлайн-реєстру. Вона використовується як основа для створення фізичної моделі бази даних, що включає конкретну реалізацію бази даних на певній платформі СУБД.

3.3. Проектування фізичної моделі бази даних онлайн-реєстру біометану

Проектування фізичної моделі бази даних – це процес перетворення логічної моделі бази даних в конкретну реалізацію на певній платформі. Фізична модель бази даних містить відомості про те, як саме дані будуть зберігатися на платформі та як будуть забезпечуватися вимоги щодо продуктивності та ефективності роботи з базою даних. Фізична модель є дуже важливим етапом в

процесі проектування бази даних, оскільки вона визначає, як саме дані будуть зберігатися в базі даних. Добре проєктована фізична модель дозволяє підвищити ефективність роботи з базою даних та зменшити можливість помилок в процесі збереження та отримання даних.

Фізична модель бази даних визначає деталі зберігання даних, такі як типи даних, обмеження цілісності даних, розміри полів та інші фізичні параметри, що стосуються зберігання даних. Вона описує, як дані будуть зберігатися на диску, як вони будуть індексуватися та яким чином будуть виконуватися запити до бази даних. Модель може містити інформацію про первинні та зовнішні ключі, індекси, обмеження цілісності даних та інші фізичні параметри. У контексті проєктування баз даних, фізичну модель також називають реляційною моделлю, оскільки вона зазвичай ґрунтується на реляційній моделі даних, яка визначає структуру даних у вигляді таблиць зі зв'язками між ними.

Фізична модель бази даних може бути представлена у вигляді діаграми бази даних. Така діаграма є графічним зображенням структури бази даних і містить таблиці, їхні поля та зв'язки між ними. Діаграма бази даних може бути створена в спеціальних програмах для моделювання баз даних, наприклад, в програмах ERwin, ER/Studio, MySQL Workbench, Microsoft Visio та інших. Такі програми дозволяють візуально створювати таблиці та поля, встановлювати зв'язки між таблицями та налаштовувати інші аспекти структури бази даних.

Крім того, діаграма бази даних може бути згенерована автоматично з використанням засобів, які надаються конкретною СУБД. Наприклад, діаграму бази даних можна отримати зі структури таблиць, яка була створена за допомогою команд SQL, з використанням засобів для аналізу структури бази даних, що надаються в СУБД, наприклад, команди DESCRIBE або SHOW TABLES в MySQL.

Також варто відмітити, що фізична модель бази даних може бути представлена у вигляді спеціальних файлів або скриптів, які містять команди на мові SQL для створення та налаштування бази даних. Наприклад, фізична модель може бути представлена у вигляді SQL-скрипту, який містить команди для

створення таблиць та їхніх полів, встановлення зв'язків між таблицями, налаштування індексів, обмежень цілісності даних та інші деталі конфігурації бази даних. Також фізична модель може бути представлена у вигляді файлу з розширенням .db, .mdb або іншим, який містить збережену базу даних разом зі структурою таблиць та їхніх зв'язків.

У сучасних СУБД, таких як MySQL, PostgreSQL, SQL Server та інші, зазвичай є можливість експортувати фізичну модель у вигляді SQL-скрипту або іншого формату файлу, який може бути потім використаний для розгортання бази даних на іншому сервері.

Фізична модель бази даних зазвичай створюється з використанням мови SQL, яка є стандартною мовою для роботи з реляційними базами даних. SQL дозволяє описувати структуру бази даних та її компонентів, таких як таблиці, поля, індекси, зв'язки між таблицями та інше. Фізична модель є незалежним від платформи описом структури бази даних, що дозволяє розгорнути базу даних на різних платформах з використанням різних мов програмування. У розробці веб-додатків на мові PHP для роботи з базою даних використовуються бібліотеки та інструменти, які дозволяють взаємодіяти з базою даних та виконувати запити на мові PHP, а фізична модель бази даних використовується для визначення структури таблиць та їхніх зв'язків.

У фізичній моделі бази даних, написаній на SQL, використовуються команди для створення таблиць та їхніх полів з визначенням типу даних, довжини поля та інших властивостей. Крім того, можуть використовуватися інші команди, такі як створення індексів, обмежень цілісності даних, тригерів, процедур та інших об'єктів бази даних. Оскільки SQL є стандартом, то фізична модель, створена з його допомогою, може бути використана на різних систем управління базами даних), таких як MySQL, PostgreSQL, Oracle та інших.

Отже, перейдемо до безпосереднього проєктування фізичної моделі бази даних. Пропонуємо розглянути таблиці сутностей «Споживачі» та «Споживач» («ConsumersDB» та «ConsumerDB»). Так як, більшість пропонованих нами таблиць мають схожу між собою структуру, пропонуємо навести їх опис та

характеристику на прикладі таблиць «ConsumersDB» та «ConsumerDB» (табл. 3.2-3.3).

Таблиця 3.2

Структура даних таблиці сутності «ConsumersDB»

| Атрибут | Тип даних та розмір | Поле |
|-------------------------|---------------------|------------------|
| Ідентифікатор споживача | int(11) unsigned | consumer_id |
| Ім'я споживача | varchar(50) | consumer_name |
| Прізвище споживача | varchar(50) | consumer_surname |

Джерело: авторська розробка

Таблиця 3.3

Структура даних таблиці сутності «ConsumerDB»

| Атрибути таблиці даних | Тип даних та розмір | Поле |
|-------------------------|---------------------|------------------|
| Ідентифікатор споживача | int(11) unsigned | consumer_id |
| Ім'я споживача | varchar(50) | consumer_name |
| Прізвище споживача | varchar(50) | consumer_surname |
| Дата народження | date | birth_date |
| Паспортні дані | varchar(20) | passport_data |
| Телефон | varchar(20) | phone |
| Адреса | varchar(100) | address |
| E-mail | varchar(100) | email |
| Біометан | tinyint(1) | biometan |
| Роль | varchar(20) | role |

Джерело: авторська розробка

Лістинг SQL для створення таблиці «ConsumerDB» за вказаними параметрами полів наведено нижче (рис. 3.15):

```
CREATE TABLE ConsumerDB (
    consumer_id INT(11) NOT NULL AUTO_INCREMENT,
    consumer_name VARCHAR(50) NOT NULL,
    consumer_surname VARCHAR(50) NOT NULL,
    PRIMARY KEY (consumer_id)
) ENGINE=InnoDB DEFAULT CHARSET=utf8mb4;
```

Рисунок 3.15. – Лістинг створення таблиці «ConsumerDB»

Джерело: авторська розробка

Наведений код створює таблицю «ConsumerDB» із трьома полями:

«consumer_id» типу INT(11) яке є первинним ключем із властивістю NOT NULL та AUTO_INCREMENT, «consumer_name» та «consumer_surname» типу VARCHAR(50) які не можуть мати значення NULL. Після визначення полів, задається PRIMARY KEY для поля «consumer_id», що робить його унікальним ідентифікатором записів у таблиці. Також задається тип таблиці ENGINE=InnoDB та CHARSET=utf8mb4, які відповідають за тип механізму зберігання даних та кодування символів в таблиці відповідно.

Лістинг SQL для створення таблиці «ConsumersDB» наведено нижче (рис. 3.16):

```
CREATE TABLE ConsumersDB (
  consumer_id INT(11) NOT NULL AUTO_INCREMENT,
  consumer_name VARCHAR(50) NOT NULL,
  consumer_surname VARCHAR(50) NOT NULL,
  birth_date DATE NOT NULL,
  passport_data VARCHAR(100) NOT NULL,
  phone VARCHAR(20) NOT NULL,
  address VARCHAR(100) NOT NULL,
  email VARCHAR(100) NOT NULL,
  biometan TINYINT(1) NOT NULL DEFAULT '0',
  role VARCHAR(20) NOT NULL,
  PRIMARY KEY (consumer_id)
) ENGINE=InnoDB DEFAULT CHARSET=utf8mb4;
```

Рисунок 3.16. – Лістинг створення таблиці «ConsumersDB»

Джерело: авторська розробка

В певній мірі даний код схожий за своєю логікою із попереднім, однак тут описується алгоритм створення таблиці «ConsumersDB» з десятьма полями, включаючи поля, які не згадані в коді вище, зокрема «birth_date», «passport_data», «phone», «address», «email», «biometan» та «role». Окремо варто відмітити, що тут створюється поле «biometan», яке приймає лише два значення «0» та «1». За замовчуванням встановлено «0», тобто «Ні».

Для того, щоб зв'язати таблиці «ConsumerDB» і «ConsumersDB» за допомогою поля «consumer_id», як було наведено на логічній моделі (рис. 3.5), потрібно визначити зовнішній ключ (foreign key) в таблиці «ConsumersDB», який

посилається на поле «consumer_id» в таблиці «ConsumerDB» (рис. 3.17).

```
FOREIGN KEY (consumer_id) REFERENCES ConsumerDB(consumer_id) ON DELETE CASCADE
) ENGINE=InnoDB DEFAULT CHARSET=utf8mb4;
```

Рисунок 3.17. – Лістинг встановлення зв'язку між таблицями «ConsumersDB» та «ConsumerDB»

Джерело: авторська розробка

Цей код додає зовнішній ключ (foreign key) на стовпець «consumer_id» таблиці «ConsumersDB» з посиланням на стовпець «consumer_id» таблиці «ConsumerDB». Ключове слово REFERENCES вказує на те, що посилання буде на іншу таблицю, а («consumer_id») після імені таблиці «ConsumerDB» вказує на те, що посилання буде на стовпець з назвою «consumer_id» у таблиці «ConsumerDB». Ключове слово ON DELETE CASCADE вказує на те, що якщо буде видалений запис з таблиці ConsumerDB, то всі пов'язані записи з таблиці ConsumersDB з таким же значенням у стовпці «consumer_id» також будуть видалені. Це забезпечить цілісність даних і допоможе уникнути ситуацій, коли інформація в одній таблиці суперечить інформації в іншій таблиці.

Розглянемо структуру таблиць «Гарантії» та «Сертифікати». Як було видно із логічної моделі бази (рис. 3.14) таблиці мають по-перше, зв'язок по ідентифікатору; по-друге, поля і їх значення по своїй суті дублюються.

Наведемо лістинг для створення таблиці «Гарантії» («Guarantees») із відповідними полями (рис. 3.18).

```
CREATE TABLE Guarantees (
  id INT(11) NOT NULL AUTO_INCREMENT,
  manufacturer_name VARCHAR(50) NOT NULL,
  country_of_origin VARCHAR(50) NOT NULL,
  production_facility_name VARCHAR(100) NOT NULL,
  biomethane_volume DECIMAL(10,2) NOT NULL,
  feedstock VARCHAR(50) NOT NULL,
  guarantee_number VARCHAR(50) NOT NULL,
  odorization_info VARCHAR(100) NOT NULL,
  date_of_issue DATE NOT NULL,
  PRIMARY KEY (id)
) ENGINE=InnoDB CHARSET=utf8mb4 COLLATE=utf8mb4_unicode_ci;
```

Рисунок 3.18. – Лістинг створення таблиці «Guarantees»

Джерело: авторська розробка

Даному лістингу відповідає структура даних наведена у табл. 3.4. у відповідності логічній моделі даних.

Таблиця 3.4

Структура даних таблиці сутності «Guarantees»

| Атрибути таблиці даних | Тип даних та розмір | Поле |
|--|---------------------|--------------------------|
| Ідентифікатор | int(11) unsigned | id |
| Найменування виробника біометану | varchar(50) | manufacturer_name |
| Країна походження біометану | varchar(50) | country_of_origin |
| Найменування та розташування об'єкта виробництва біометану | varchar(100) | production_facility_name |
| Обсяг біометану, поданого до ГТС | decimal(10,2) | biomethane_volume |
| Сировина, з якої вироблено біометан | varchar(50) | feedstock |
| Номер гарантії походження | varchar(50) | guarantee_number |
| Відомості щодо одоризації | varchar(100) | odorization_info |
| Дата видачі | date | data_of_issue |

Джерело: авторська розробка

Лістинг для створення таблиці «Сертифікати» («Certificates») із відповідними полями наведено на рис. 3.19.

```
CREATE TABLE Certificates (
  id INT(11) NOT NULL AUTO_INCREMENT,
  guarantee_id INT(11) NOT NULL,
  country_of_origin VARCHAR(50) NOT NULL,
  guarantee_number VARCHAR(50) NOT NULL,
  certificate_owner_name VARCHAR(50) NOT NULL,
  biomethane_manufacturer_name VARCHAR(50) NOT NULL,
  biomethane_volume DECIMAL(10,2) NOT NULL,
  feedstock VARCHAR(50) NOT NULL,
  odorization_info VARCHAR(100) NOT NULL,
  date_of_issue DATE NOT NULL,
  PRIMARY KEY (id),
  FOREIGN KEY (guarantee_id) REFERENCES Guarantees(id)
) ENGINE=InnoDB DEFAULT CHARSET=utf8mb4;
```

Рисунок 3.19. – Лістинг створення таблиці «Certificates»

Джерело: авторська розробка

Даному лістингу відповідає структура даних наведена у табл. 3.5.

Таблиця 3.5

Структура даних таблиці сутності «Certificates»

| Атрибути таблиці даних | Тип даних та розмір | Поле |
|-------------------------------------|---------------------|------------------------------|
| Ідентифікатор | int(11) unsigned | id |
| Ідентифікатор гарантії | int(11) | guarantee_id |
| Країна походження біометану | varchar(50) | country_of_origin |
| Номер гарантії походження | varchar(50) | guarantee_number |
| Найменування власника сертифікату | varchar(50) | certificate_owner_name |
| Найменування виробника біометану | varchar(50) | biomethane_manufacturer_name |
| Обсяг біометану, поданого до ГТС | decimal(10,2) | biomethane_volume |
| Сировина, з якої вироблено біометан | varchar(50) | feedstock |
| Відомості щодо одоризації | varchar(100) | odorization_info |
| Дата видачі | date | date_of_issue |

Джерело: авторська розробка

Якщо у одній таблиці є поля, які повторюються в іншій, то це в апріорі означає, що є зв'язок між цими таблицями. У цьому випадку можна використати ідентифікатор гарантії як зовнішній ключ у таблиці «Сертифікати», щоб встановити зв'язок між даними таблицями. Таким чином, таблиця «Сертифікати» буде містити не тільки дані про сертифікати, але й інформацію про гарантії, пов'язані з цими сертифікатами.

У таблиці «Сертифікати» був створений зовнішній ключ, який посилається на ідентифікатори гарантій у таблиці «Гарантії». Ключ FOREIGN KEY («guarantee_id») REFERENCES «Guarantees(id)» вказує, що поле guarantee_id у таблиці «Сертифікати» є зовнішнім ключем, який посилається на поле «id» у таблиці «Гарантії».

Розглянемо тепер таблицю сутності «Ролі» («Roles»). Таблиця «Roles» в базі даних має на меті зберігати інформацію про ролі користувачів та їх рівні доступу до різних функцій системи або ресурсів. Кожна роль може мати свій унікальний набір дозволів на виконання певних операцій або перегляд певних даних в системі. Ця таблиця спрямована на керування доступом до різних рівнів функціональності системи для різних груп користувачів. Використання такої таблиці дозволить спростити процес управління правами доступу та дасть можливість розробникам більш ефективно керувати рівнями доступу до функцій

системи.

Таким чином, згідно логічної моделі таблиці сутності «Ролі» зображеної на рис. 3.6, у табл. 3.6. наведено структуру фізичної таблиці «Roles».

Таблиця 3.6

Структура даних таблиці сутності «Roles»

| Атрибут | Тип даних та розмір | Поле |
|--------------------|---------------------|--------------|
| Ідентифікатор ролі | int(11) unsigned | role_id |
| Роль | varchar(50) | role_name |
| Права доступу | varchar(50) | access_level |

Джерело: авторська розробка

Лістинг SQL для створення таблиці «Roles» за вказаними параметрами полів наведено нижче (рис. 3.20):

```
CREATE TABLE Roles (
  role_id INT(11) NOT NULL AUTO_INCREMENT,
  role_name VARCHAR(50) NOT NULL,
  access_rights VARCHAR(100) NOT NULL,
  PRIMARY KEY (role_id)
) ENGINE=InnoDB DEFAULT CHARSET=utf8mb4;
```

Рисунок 3.20. – Лістинг створення таблиці «Roles»

Джерело: авторська розробка

Наведений код створює таблицю з назвою Roles, яка складається з наступних полів:

1) role_id: цілочисельне поле, яке автоматично збільшується (auto-increment) і використовується як унікальний ідентифікатор ролі.

2) role_name: текстове поле з обмеженням довжини 50 символів, яке містить назву ролі.

3) access_rights: текстове поле з обмеженням довжини 100 символів, яке містить рядок, що представляє права доступу до ресурсів, надані цій ролі.

PRIMARY KEY (role_id): поле role_id виступає як первинний ключ таблиці.

Для фільтрації прав доступу відносно кожної ролі доцільно сформува

зведену систему прав. Наприклад, наступні ролі з можуть мати такі права доступу:

- 1) «Адміністратор» – має повний доступ до всіх даних (ALL);
- 2) «Споживач» – може тільки читати дані (SELECT);
- 3) «Виробник» – може додавати, редагувати і видаляти дані (SELECT, INSERT, UPDATE);
- 4) «Оператор ГТС» – може тільки додавати дані і читати їх (SELECT, INSERT, UPDATE);
- 5) «Трейдер» – може додавати, редагувати і читати дані (SELECT, INSERT);
- 6) «Аудитор» – може читати і редагувати дані (SELECT, INSERT, UPDATE).

Для додавання ролей і їх прав доступу необхідно розмежувати один рівень доступу від інших. Це потрібно для того, аби однозначно виділити ієрархічну систему ролей. Для цього, у практиці розборки баз даних використовуються числові значення, які відділяють один рівень прав від інших. Тобто, для комбінації прав SELECT, INSERT, UPDATE та DELETE можна вказати у базі даних за допомогою числових значень, які відповідають бітовим комбінаціям цих прав. В MySQL можна використовувати наступні числові значення для комбінацій прав:

- 1) SELECT – 1;
- 2) INSERT – 2;
- 3) UPDATE – 4;
- 4) DELETE – 8.

Таким чином, якщо необхідно призначити комбіновані права SELECT, INSERT та UPDATE, то можна використовувати числове значення 7. Конкретні числові значення, які відповідають комбінації прав, можуть відрізнитися залежно від бази даних або використовуваної системи керування базами даних (СУБД).

Отже, значення рівня доступу розподіляються на дозволи SELECT, INSERT, UPDATE та DELETE згідно наступної таблиці (табл. 3.7):

Таблиця 3.7

Рівні доступу до даних бази даних

| Рівень доступу | Права доступу | | | |
|----------------|---------------|--------|--------|--------|
| | SELECT | INSERT | UPDATE | DELETE |
| 0 | немає | немає | немає | немає |
| 1 | + | | | |
| 3 | + | + | | |
| 7 | + | + | + | |
| 15 | + | + | + | + |

Джерело: авторська розробка

В свою чергу, розподіл користувачів та рівнів їх доступу до ресурсів та операцій онлайн-реєстру наведено у табл. 3.8.

Таблиця 3.8

Рівні доступу користувачів до ресурсів та операцій онлайн-реєстру

| Користувач (роль) | Права доступу | | | | Рівень доступу |
|-------------------|---------------|--------|--------|--------|----------------|
| | SELECT | INSERT | UPDATE | DELETE | |
| «Адміністратор» | + | + | + | + | 15 |
| «Споживач» | + | | | | 1 |
| «Виробник» | + | + | + | | 7 |
| «Оператор ГТС» | + | + | + | | 7 |
| «Треjder» | + | + | | | 3 |
| «Аудитор» | + | + | + | | 7 |

Джерело: авторська розробка

У базі даних можна вказувати права доступу до таблиць та їх полів за допомогою мови запитів SQL. Наприклад, для надання прав на виконання запитів SELECT, INSERT, UPDATE та DELETE користувачеві з логіном «user1» для таблиці «my_table», потрібно виконати наступний запит:

***GRANT SELECT, INSERT, UPDATE, DELETE ON
my_table TO 'user1'@'localhost';***

Тут «user1'@'localhost» є ім'ям користувача, якому надаються права доступу, а «my_table» – назвою таблиці, до якої вони надаються. Окремо можна вказати більш детальні права доступу до окремих полів таблиці. Наприклад, для надання прав на виконання запитів SELECT, INSERT, UPDATE та DELETE користувачеві з логіном «user1» для таблиці «my_table» з дозволом на читання та

зміну поля «my_field» потрібно виконати такий запит:

```
GRANT SELECT (my_field), INSERT (my_field), UPDATE (my_field),  
DELETE ON my_table TO 'user1'@'localhost';
```

Тут «my_field» є назвою поля, до якого надаються права доступу.

Зазначений принцип покладений в основу розподілу прав користувачів усіх багатокористувацьких інформаційних систем.

Лістинг SQL запиту для додавання ролей до таблиці Roles із рівнем доступу до ресурсів онлайн-реєстру наведено на рис. 3.21.

```
-- Додавання таблиці ролей
CREATE TABLE Roles (
  role_id INT(11) NOT NULL AUTO_INCREMENT,
  role_name VARCHAR(50) NOT NULL,
  access_rights INT(11) NOT NULL,
  PRIMARY KEY (role_id)
) ENGINE=InnoDB DEFAULT CHARSET=utf8mb4;

-- Додавання ролей
INSERT INTO Roles (role_name, access_rights) VALUES ('Адміністратор', 15);
INSERT INTO Roles (role_name, access_rights) VALUES ('Споживач', 1);
INSERT INTO Roles (role_name, access_rights) VALUES ('Виробник', 7);
INSERT INTO Roles (role_name, access_rights) VALUES ('Оператор ГТС', 7);
INSERT INTO Roles (role_name, access_rights) VALUES ('Трейдер', 3);
INSERT INTO Roles (role_name, access_rights) VALUES ('Аудитор', 7);
```

Рисунок 3.21. – Лістинг додавання ролей та їх рівнів доступу

Джерело: авторська розробка

Отже, наведений код використовує значення для кожного права доступу. Для надання рівнів доступу для різних ролей, використовуються зазначені параметри за наступним принципом:

1) Адміністратор – має всі права: SELECT, INSERT, UPDATE, DELETE (15);

2) Споживач – може лише переглядати дані у системі: SELECT (1). Якщо споживачу потрібно змінити, оновити або додати інформацію, він має звернутися до адміністратора (згідно діаграми використання);

3) Виробник – може додавати, редагувати і читати дані у системі: SELECT, INSERT, UPDATE (7);

4) Оператор ГТС – може додавати і читати дані у системі: SELECT, INSERT (3);

5) Трейдер – може додавати, редагувати і читати дані у системі: SELECT, INSERT, UPDATE (3);

6) Аудитор – може читати і редагувати дані у системі: SELECT, INSERT, UPDATE (7).

Зазначений розподіл надає користувачам різні рівні доступу до бази даних, що є важливим для забезпечення безпеки та конфіденційності даних. Розподіл прав доступу до бази даних є важливим аспектом забезпечення безпеки і цілісності даних. Надання різних рівнів доступу різним користувачам дозволяє зменшити ризики витоку чутливої інформації або неправомірного внесення змін в базу даних. Крім того, такий розподіл може сприяти ефективному використанню ресурсів системи, оскільки користувачам будуть доступні тільки ті операції, які вони дійсно потребують для своєї роботи, і не будуть мати доступу до зайвих операцій, що може забезпечити швидшу роботу системи.

В процесі проектування онлайн-реєстру необхідно враховувати ряд факторів, що включають безпеку, продуктивність та зручність використання. Для забезпечення безпеки даних необхідно застосовувати заходи, такі як шифрування та автентифікація, які зменшують ризики несанкціонованого доступу до інформації. В рамках продуктивності системи, важливо забезпечити швидкий доступ до даних та мінімізувати час реакції на запити. Оптимізація запитів до бази даних та використання кешування може покращити продуктивність. Усі ці фактори повинні бути враховані в процесі проектування онлайн-реєстру, щоб забезпечити безпеку та продуктивність, а також забезпечити зручне та ефективне використання для користувачів.

ВИСНОВКИ ТА ПРОПОЗИЦІЇ

Онлайн-реєстр біометану, розроблений в рамках даної дипломної роботи, є важливим інструментом для ідентифікації джерел походження біометану, що може бути використано для забезпечення більш ефективного контролю якості та походження біометану на ринку. Реєстр дозволить сприяти розвитку ринку біометану, оскільки його наявність забезпечує більш високий рівень довіри до продукту від покупців та інших учасників ринку. Крім того, розроблена система є потенційним інструментом для вирішення проблеми недостатньої прозорості на ринку біометану та може використовуватись відповідними органами влади для контролю за використанням відновлювальних джерел енергії та екологічної допустимості енергетичних процесів.

У роботі було досліджено схему функціонування онлайн-реєстру біометану. Ця схема відображає процес обробки даних та взаємодії між користувачами та системою. Вона включає у себе всі процеси та етапи, які відбуваються у системі, починаючи з реєстрації користувачів та завершуючи генерацією документів зеленого походження біометану. Схема складається з різних модулів та функцій, які взаємодіють між собою та з базою даних. Наприклад, модуль авторизації виконує перевірку даних користувача та дає доступ до системи, а модуль реєстрації дозволяє користувачам створювати свої профілі у системі. Розгляд схеми функціонування онлайн-реєстру біометану дозволив зрозуміти, які процеси відбуваються в системі та як вони пов'язані між собою. Це допомогло підвищити ефективність розробки системи та її подальшого вдосконалення.

Схема також містить етапи збору, обробки та зберігання даних про виробництво та продаж біометану. Після цього дані передаються до модуля генерації документів зеленого походження, який створює відповідні сертифікати.

У роботі було побудовано модель нульового рівня функціонування онлайн-реєстру біометану за методологією IDEF (Integration Definition for Function Modeling). Модель нульового рівня описує функції системи на вищому

рівні абстракції та встановлює їх зв'язки між собою.

Для побудови моделі було використано графічну нотацію IDEF0, яка дозволяє відобразити структуру та функції системи на одному рівні, а також зроблено декомпозицію процесів на підсистеми та елементарні функції. Це дозволило детально проаналізувати роботу системи та встановити потрібні функції для її ефективного функціонування.

Модель нульового рівня є важливою складовою проектування системи, оскільки дозволяє визначити потрібні функції, зв'язки між ними та структуру системи в цілому. Це допомогло забезпечити ефективність та стабільність онлайн-реєстру біометану, що є важливим інструментом для розвитку ринку енергії та досягнення цілей зниження викидів парникових газів.

Для розробки онлайн-реєстру біометану була побудована діаграма варіантів використання, яка описує всі можливі взаємодії між користувачами та системою. Зокрема, була побудована діаграма варіантів використання онлайн-реєстру біометану авторизованими користувачами, яка детально описує можливості користувачів, які мають підтверджену ідентифікацію в системі. Крім того, була проведена деталізація серії сценаріїв зі сторони адміністратора та бази даних, що дозволило зрозуміти, які дії повинні бути виконані адміністратором для забезпечення правильного функціонування системи, а також як взаємодіяти з базою даних для збереження та отримання інформації. Усі ці діаграми та деталізації були побудовані з використанням UML, що дозволило однозначно та детально описати всі процеси та взаємодії в системі. В результаті цього було створено ефективну та структуровану систему, яка забезпечує надійну роботу та зручний доступ до інформації для всіх користувачів.

Для розробки онлайн-реєстру були використані такі підходи та технології, як MVC, PHP, SQL, MySQL, UML та Laravel. MVC-архітектура є однією з найбільш використовуваних та ефективних архітектур веб-додатків. Використання MVC-архітектури дозволило розділити бізнес-логіку та представлення даних, що зробило розробку більш ефективною та зручною для майбутнього розвитку системи. Така розділена архітектура зробила розробку

системи більш ефективною та зручною для майбутнього розвитку, оскільки зміна будь-якого компоненту не впливає на інші компоненти, що дозволяє швидко внести зміни та вдосконалювати систему.

Laravel є одним з найбільш популярних PHP-фреймворків, який має вбудовану підтримку MVC-архітектури та забезпечує розширюваність, безпеку та ефективність розробки веб-додатків. Laravel має вбудовані компоненти та бібліотеки, які значно спрощують розробку складних функціональних можливостей веб-додатків. Використання Laravel в якості фреймворку дозволило використовувати готові компоненти та бібліотеки, що значно зменшує час, необхідний для розробки функціональності системи, а також забезпечує її більшу масштабованість та стабільність.

Реєстр містить файлову структуру, яка дозволяє зручно зберігати та організувати дані щодо використання біометану. Файлова структура онлайн-реєстру розроблена з урахуванням основних принципів організації інформації, що дозволило забезпечити ефективність та швидкість доступу до неї. Крім цього, він містить модулі авторизації та реєстрації користувачів, які забезпечують безпеку та захист інформації. Модулі авторизації та реєстрації користувачів були розроблені з використанням принципів безпеки та захисту даних, що дозволило забезпечити конфіденційність інформації користувачів. З використанням даного реєстру, користувачі зможуть зручно та ефективно вести облік використання біометану та відслідковувати його використання в різних галузях промисловості та енергетики.

Важливо пам'ятати, що розвиток виробництва біометану є важливим кроком у зменшенні викидів парникових газів та зменшенні негативного впливу на довкілля в Україні. Крім того, використання біометану для заміни природного газу в різних сферах може допомогти зменшити залежність від викопних палив та збільшити використання відновлювальних джерел енергії. Розробка онлайн-реєстру біометану допоможе забезпечити більш ефективний контроль якості та походження біометану на ринку в Україні, та стане важливим інструментом для забезпечення розвитку цієї екологічної галузі в майбутньому.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Гончарук І.В., Вовк В.Ю. Виробництво біометану з агробіомаси в Україні: проблеми та перспективи. *Подільський вісник: сільське господарство, техніка, економіка*. 2022. № 2 (37). С. 65-72. DOI: <https://doi.org/10.37406/2706-9052-2022-2-10>.
2. Гонта Д., Кирилюк Є., Прощаликіна А., Риженко Н. Формування складників національної біоекономіки України в умовах прискорення науково-технічного прогресу : монографія. ЧНУ ім. Б. Хмельницького, 2020. 233 с.
3. Honcharuk T.V. Strategic potential of biomass in Ukraine – guarantee of the stat’s economic development. *Economy, finances, management: topical issues of science and practical activity*. 2017. № 8 (24). P. 36-44.
4. Токарчук Д.М., Фурман І.В. Сучасні енергоефективні технології в АПК України. *Економіка, фінанси, менеджмент: актуальні питання науки і практики*. 2020. № 4(54). С. 99–116. DOI: 10.37128/2411-4413-2020-4-7.
5. Гелетуха Г.Г., Кучерук П.П., Матвеев Ю.Б. Перспективи виробництва біометану в Україні. Аналітична записка UABIO № 29. 2022. URL: <https://uabio.org/wp-content/uploads/2022/09/UA-Position-paper-UABIO-29.pdf> (дата звернення: 18.03.2022).
6. Сакун Л.М., Різніченко Л.В., Велькін Б.О. Перспективи розвитку ринку біогазу в Україні та за кордоном. *Економіка і організація управління*. 2020. № 1 (37). С. 160-170.
7. Функціонування реєстру біометану. URL: <https://uabio.org/wp-content/uploads/2022/07/Prezent.-Reyestr-biometanu-koryuua.pdf>
8. Про внесення змін до деяких законів України щодо розвитку виробництва біометану : Закон України від 21.10.2021 р. № 1820-IX. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/card/1820-20> (дата звернення 24.03.2022).
9. Про затвердження Порядку функціонування реєстру біометану : Постанова Кабінету Міністрів України від 22.07.2022 р. № 823. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/823-2022-%D0%BF#Text> (дата

звернення: 25.03.2022).

10. Державний реєстр речових прав на нерухоме майно.
URL: <https://drrp.app>

11. Єдиний реєстр з оцінки впливу на довкілля. URL: <http://eia.menr.gov.ua>

12. Портал відкритих даних. URL: <https://data.gov.ua>

13. Про публічні електронні реєстри : Закон України від 18.11.2021 р. № 1907-IX : станом на 1 січ. 2023 р.
URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/1907-20#Text> (дата звернення: 11.02.2023).

14. Про внесення змін до Закону України "Про Державну службу спеціального зв'язку та захисту інформації України" : Закон України від 09.04.2014 р. № 1194-VII. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/1194-18#Text> (дата звернення: 11.02.2023).

15. Марущак А.І., Петров С.Г. Зміст поняття «Державні електронні інформаційні ресурси». *Інформація і право*. 2018. № 4 (27). С. 15-21.

16. Кричевська Т.О. Технологія розподіленого реєстру: теоретико-інституційні засади, потенціал, фактичні досягнення та соціально-економічне значення. *Ефективна економіка*. 2018. № 11.
URL: <http://www.economy.nayka.com.ua/?op=1&z=6687> (дата звернення: 12.03.2023). DOI: 10.32702/2307-2105-2018.11.84.

17. Шувалова, О.І. Висвітлення сутності бази даних як основної складової WEB-орієнтованої інформаційної системи. Науковий часопис НПУ імені М.П. Драгоманова. Серія 2. Комп'ютерно-орієнтовані системи навчання. 2020. № 22(29). С. 145-152. DOI: 10.31392/NPU-nc.series2.2020.22(29).20

18. Звіт за результатами аналітичного дослідження «Стан та перспективи розвитку державних електронних інформаційних ресурсів».
URL: <https://tapas.org.ua/wp-content/uploads/2020/08/1530105013.pdf>

19. Коротун О.В., Марчук Г.В., Медведєв В.В. Проектування та розробка документоорієнтованої системи керування базами даних. *Технічна інженерія*.

2021. №2 (88). С. 63-71. [https://doi.org/10.26642/ten-2021-2\(88\)-63-71](https://doi.org/10.26642/ten-2021-2(88)-63-71)

20. Додон О. Д., Коваленко О. О. Моделі інформаційних систем управління персоналом. *Ефективна економіка*. 2022. № 11. URL: <https://doi.org/10.32702/2307-2105.2022.11.22> (дата звернення: 21.03.2023).

21. Нетреба І. Етапи розвитку інформаційних систем управління підприємством. *Формування ринкової економіки в Україні*. 2014. Вип. 31, ч. 2. С. 82-85.

22. Гарантії походження електроенергії: Чи потрібні вони в Україні? URL: <https://expro.com.ua/statti/garant-pohodjennya-elektroenerg-chi-potrbn-voni-v-ukran>

23. Філіппова М.В., Демченко М.О., Матвієнко С.М. Моделювання технологічного процесу складання за допомогою IDEF0. *Східно-європейський журнал передових технологій*. 2013. № 2/3 (63). С. 44-47.

24. Гудзовата О.О., Костирко В.І., Артищук І.В. Використання уніфікованої мови візуального моделювання UML (Unified Modeling Language) як інструменту підтримки проектування інформаційних систем. *Підприємництво і торгівля*. 2019. Вип. 24. С. 108-114. <https://doi.org/10.36477/2522-1256-2019-24-16>

25. Лугова Т., Лись Д. UML-моделі як основа проектування та балансування сценаріїв комп'ютерних ігор. *Мистецтво наукової думки*. 2019. № 7. С. 33-37. [10.36074/2617-7064.07.00.007](https://doi.org/10.36074/2617-7064.07.00.007).

26. Компанєєтс М.О. Принципи проектування ефективних веб-сайтів. *Молодий вчений*. № 9 (24). С. 106-109

27. Абгарян Ю.С. Щодо питання побудови архітектури сучасних корпоративних додатків на Node.js. *Наукові нотатки*. 2021. № 72. С. 188-193. DOI [10.36910/775.24153966.2021.72.29](https://doi.org/10.36910/775.24153966.2021.72.29)

28. Великодний С.С., Бурлаченко Ж.В., Зайцева-Великодна С.С. Розробка архітектури програмного засобу для управління мережевим плануванням реінжинірингу програмного проекту. *Сучасний стан наукових досліджень та*

технологій в промисловості. 2019. № 2 (8). С. 25-35

29. Луценко В. Використання баз даних при проектуванні комплексних систем захисту інформації. *Правове, нормативне та метрологічне забезпечення системи захисту інформації в Україні*. 2015. Вип. 1 (29). С. 20-26.

30. Шаховська Н.Б., Пасічник В.В. Сховища та простори даних. Монографія Львів: Видавництво Львівської політехніки, 2009. 244 с.

31. Шаховська Н.Б. Литвин В.В. Проектування інформаційних систем: навч. пос. Львів : Магнолія-2006, 2011. 380 с.