

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
СУМСЬКИЙ ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
ФАКУЛЬТЕТ ЕЛЕКТРОНІКИ ТА ІНФОРМАЦІЙНИХ ТЕХНОЛОГІЙ
КАФЕДРА ІНФОРМАЦІЙНИХ ТЕХНОЛОГІЙ

КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА БАКАЛАВРА

**на тему: «Web-додаток підтримки планування
мікромережі з відновлюваними джерелами енергії»**

**за спеціальністю 122 «Комп'ютерні науки»,
освітньо-професійна програма «Інформаційні технології проектування»**

Виконавець роботи: студентка групи ІТ-81 Жовтобрюх Анастасія Сергіївна

**Кваліфікаційна робота бакалавра
захищена на засіданні ЕК
з оцінкою**

_____ «__» _____ 2022 р.

Науковий керівник

(підпис)

к.т.н., доц., Шендрик В.В.

(науковий ступінь, вчене звання, прізвище та ініціали)

Засвідчую, що у цій дипломній роботі немає
запозичень з праць інших авторів
без відповідних посилань.

Студент _____
(підпис)

Суми-2022

Сумський державний університет
Факультет електроніки та інформаційних технологій
Кафедра інформаційних технологій
Спеціальність 122 «Комп'ютерні науки»
Освітньо-професійна програма «Інформаційні технології проектування»

ЗАТВЕРДЖУЮ

Зав. кафедри ІТ

_____ В. В. Шендрик
«__» _____ 2022 р.

З А В Д А Н Н Я
НА КВАЛІФІКАЦІЙНУ РОБОТУ БАКАЛАВРА СТУДЕНТУ

Жовтобрюх Анастасія Сергіївна

1 Тема роботи Web-додаток підтримки планування мікромережі з відновлюваними джерелами енергії

керівник роботи Шендрик Віра Вікторівна, к.т.н., доцент,

затверджені наказом по університету від «27» квітня 2022 р. №0301 VI

2 Строк подання студентом роботи «10» червня 2022 р.

3 Вхідні дані до роботи _____ дані про установки ВДЕ, дані про оптимальні конфігурації

4 Зміст розрахунково-пояснювальної записки (перелік питань, які потрібно розробити) _____

_____ 1 Аналіз предметної області

_____ 2 Моделювання та проектування

_____ 3 Розробка web-додатку

5 Перелік графічного матеріалу (з точним зазначенням обов'язкових креслень) Презентація (слайдів)

6. Консультанти розділів роботи:

Розділ	Консультант	Підпис, дата	
		Завдання видав	Завдання прийняв

7.Дата видачі завдання _____

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

№ п/п	Назва етапів кваліфікаційної роботи	Строк виконання етапів роботи	Примітка
1	Аналіз предметної області	До 23.03.2022 р.	
2	Визначення мети та задач дослідження	До 29.03.2022 р.	
3	Моделювання web-додатку	До 12.04.2022 р.	
4	Розробка web-додатку	До 24.05.2022 р.	
5	Оформлення пояснювальної записки	До 10.06.2022 р.	
6	Створення презентації	До 12.06.2022 р.	
7	Захист дипломного проекту	17.06.2022 р.	

Студент _____
(підпис)

Жовтобрюх А.С.

Керівник роботи _____
(підпис)

к.т.н., доц. Шендрик В.В.

РЕФЕРАТ

Тема роботи «Web-додаток підтримки планування мікромережі з відновлюваними джерелами енергії».

Даний дипломний проект присвячений розробці web-додатку підтримки планування мікромережі з відновлюваними джерелами енергії, тобто, вибору оптимальних конфігурацій компонентів мережі та візуалізації розміщення їх на ділянці. Під час виконання роботи було проведено аналіз предметної області, визначено актуальність теми, її мету та задачі, розроблено технологію розміщення компонентів мережі на обраній ділянці з врахуванням заданої відстані та проведено тестування web-додатку.

Результатом роботи є готовий web-додаток підтримки вибору компонентів ГЕСВДЕ, що допоможе користувачу отримати набір оптимальних конфігурацій для його мікромережі та спланувати їх розміщення на місцевості.

Пояснювальна записка містить 105 сторінок, 46 рисунків, 20 літературних джерел, 13 таблиць, 3 додатки.

Ключові слова: web-додаток, відновлювані джерела енергії, гібридна енергетична система з відновлювальними джерелами енергії, дані, ОПР, енергетика, екологія.

ЗМІСТ

ПЕРЕЛІК УМОВНИХ ПОЗНАЧЕНЬ.....	6
ВСТУП.....	7
1 АНАЛІЗ ПРЕДМЕТНОЇ ОБЛАСТІ.....	9
1.1 Огляд останніх досліджень і публікацій.....	9
1.2 Аналіз програмних продуктів-аналогів.....	10
1.3 Постановка задачі.....	14
2 МОДЕЛЮВАННЯ ТА ПРОЕКТУВАННЯ.....	16
2.1 Структурно-функціональна модель.....	16
2.2 Модель варіантів використання.....	17
2.3 Проектування моделі бази даних.....	18
3 РОЗРОБКА WEB-ДОДАТКУ.....	22
3.1 Архітектура програмного додатку.....	22
3.2 Програмна реалізація.....	23
3.2.1 Доповнення бази даних.....	23
3.2.2 Реалізація сторінки введення даних.....	26
3.2.3 Реалізація виведення результатів.....	28
3.3 Використання програмного додатку.....	30
3.4 Тестування веб-додатку.....	37
ВИСНОВКИ.....	40
СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ.....	41
ДОДАТОК А.....	44
ДОДАТОК Б.....	52
ДОДАТОК В.....	62

ПЕРЕЛІК УМОВНИХ ПОЗНАЧЕНЬ

ГЕСВДЕ – гібридна енергетична система з відновлювальними джерелами енергії

ВДЕ – відновлювані джерела енергії

БД – база даних

ОПР – особа, що приймає рішення

СУБД – система управління базами даних

СППР – система підтримки прийняття рішень

ВСТУП

На сучасному етапі людство зіткнулося з глобальною проблемою нестачі електроенергії. Обладнання та устаткування на даний момент має незадовільний стан, так як енергетичне господарство України не модернізувалося досить великий час. Більшу частину електроенергії в Україні генерують атомні та теплові електростанції, які в свою чергу завдають досить велику шкоду екології. Викиди вуглекислого газу та радіоактивних речовин в атмосферу, вичерпання природних ресурсів (наприклад, вугілля для теплових електростанцій), кислотні дощі, осадки з токсичного пилу – все це є наслідком використання застарілих технологій видобування електроенергії.

Вчені знайшли вихід зі створеної енергетичної кризи у вигляді використання відновлюваних джерел енергії (ВДЕ). Значною перевагою їх використання є високий коефіцієнт корисної дії, відсутність шкідливих для екології викидів та можливість самостійного природнього поновлення. Досить логічним є факт, що використання двох або більше ВДЕ буде більш ефективним, ніж застосування тільки одного виду. Системи, які використовують декілька видів ВДЕ називають гібридними енергетичними системами з відновлюваними джерелами енергії (ГЕСВДЕ). Основні перспективи розвитку ГЕСВДЕ в Україні полягають у використанні напрямів сонячної енергетики та вітроенергетики.

У зв'язку з сучасними тенденціями екологічної безпеки, ГЕСВДЕ часто використовують для постачання електроенергії до невеликих поселень або котеджних містечок. При плануванні створення такої мікромережі виникає необхідність вибору типу ВДЕ для подальшої роботи.

Для вирішення даного питання актуальним буде створення web-додатку підтримки планування мікромережі з відновлюваними джерелами енергії, який

дасть можливість обрати оптимальну стратегію планування мережі та ефективні компоненти ГЕСВДЕ.

Цінністю даного web-додатку є популяризація та спонукання для застосування гібридних енергетичних систем, а також, можливість її використання для підтримки планування вибору типів компонентів для мікромережі з відновлюваними джерелами енергії як підприємствами, так і кінцевими користувачами.

Метою даного дипломного проекту є створення web-додатку для підтримки планування вибору типів компонентів для мікромережі з відновлюваними джерелами енергії, використання якого забезпечує заощадження витрат та часу на підбір компонентів ГЕСВДЕ мережі.

Для досягнення визначеної мети необхідно вирішити наступні задачі:

- визначити актуальність досліджуваної проблеми;
- провести аналіз предметної області;
- порівняти вже існуючі аналоги web-додатку;
- визначити структуру web-додатку підтримки планування мікромережі з відновлюваними джерелами енергії;
- створити технологію розміщення компонентів мережі на мапі;
- реалізувати web-додаток для підтримки планування вибору типів компонентів для мікромережі з відновлюваними джерелами енергії;
- провести тестування створеного web-додатку;
- створити супровідну документацію.

1 АНАЛІЗ ПРЕДМЕТНОЇ ОБЛАСТІ

1.1 Огляд останніх досліджень і публікацій

Останнім часом одним із найважливіших напрямків досліджень у вчених є питання застосування альтернативних джерел енергії на противагу традиційним. Так як технічний прогрес не стоїть на місці, людство потребує все більше енергії, видобуток якої завдає значної шкоди навколишньому середовищу.

З метою кращого розуміння предметної області було проведено дослідження в таких напрямках як: відновлювані джерела енергії, гібридні системи енергопостачання та призначення web-додатків.

Дослідження за першим напрямком – відновлювані джерела енергії [1]. У статті наведено визначення джерел відновлюваної енергії, їх види та переваги і недоліки використання. Також, наведено доступне пояснення щодо розвитку використання альтернативних джерел енергії в Україні та світі.

Другий напрямок – гібридні системи енергопостачання [2]. Розгорнуте порівняння споживання електроенергії за минулі роки та прогноз на майбутнє, порівняння середніх витрат на генерацію енергії різними типами ВДЕ та різні структури гібридних систем енергопостачання з їх зрозумілим поясненням – все це наведено у даній роботі, що значно допомагає у розумінні предметної області.

Третій та останній напрямок дослідження – призначення web-додатків [3]. Стаття включає визначення та короткий опис призначення web-додатку, основні принципи його роботи, а також, практичні поради для розробки з метою економії часу та збереження якості.

1.2 Аналіз програмних продуктів-аналогів

Досить багато галузей, які існують на сьогоднішній день, не обходяться без використання інформаційних технологій. Планування вибору компонентів ГЕСВДЕ не є винятком, так як це дозволить забезпечити інтерактивність з користувачем, дасть змогу виводити результати щодо обраної стратегії планування у вигляді зрозумілих таблиць або графіків та отримувати зведену інформацію про енергетичні показники системи.

На ринку існує декілька програмних продуктів для планування роботи з ГЕСВДЕ і далі буде наведено їх детальну характеристику.

Першим аналогом представлено SolariusPV [4]. Solarius PV (рис. 1.1) – це професійне програмне забезпечення для технічного проектування та економічного аналізу для будь-якого типу фотоелектричних систем, підключених до електричних мереж.

Може бути застосований для наступних потреб:

- фотоелектричних систем, встановлених на нових або існуючих будівлях або навіть для великих систем (фотоелектричних ферм);
- у кожному місці (геолокація з довідковими кліматичними даними);
- у будь-яких граничних умовах (близькі та дальні перешкоди);
- для всіх типів панелей та інверторів [4].

Дані про сонячне опромінення отримуються безпосередньо з кліматичних баз даних Meteonorm™ [7] або PVGIS™ [8], схеми підключення фотоелектричної системи (комутаційні панелі, кабелі, пристрої захисту) генеруються автоматично.

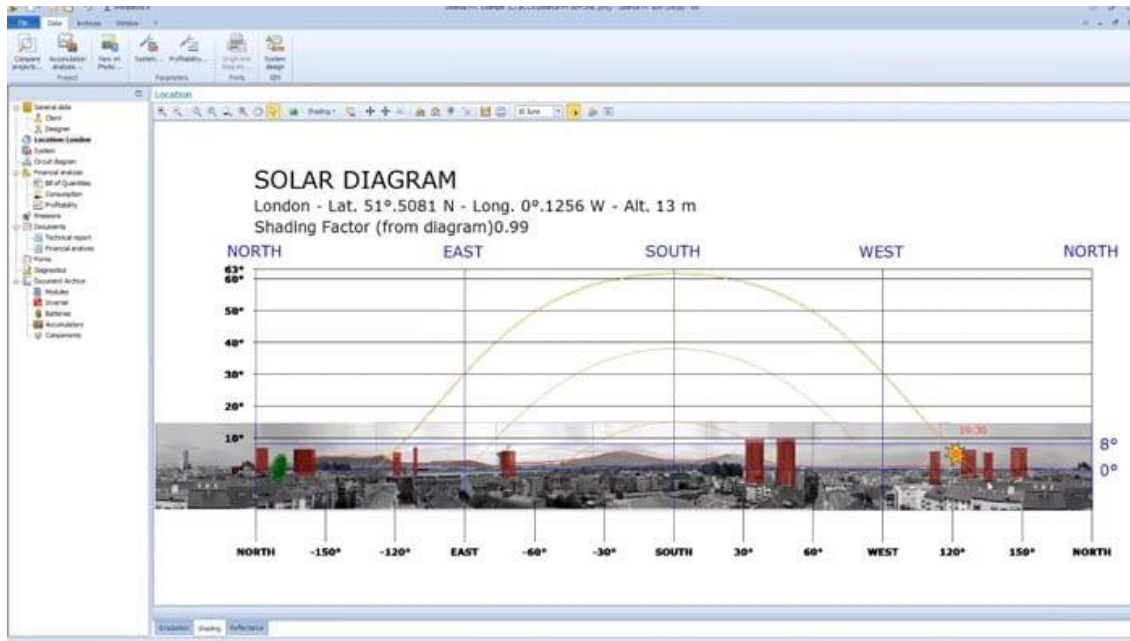


Рисунок 1.1 – Головне вікно програмного продукту SolariusPV

Наступним аналогом є PVSyst [5]. Одна з найстаріших фотоелектричних програм, розроблена Університетом Женеви. PVSyst (рис. 1.2) призначена для використання архітекторами, інженерами та дослідниками, а також є дуже корисним педагогічним інструментом. Він містить докладне контекстне меню довідки, яке пояснює процедури та моделі, які використовуються, а також пропонує зручний підхід із посібником для розробки проекту. PVSyst може імпортувати метеодані, а також особисті дані з багатьох різних джерел [5].

Конструкція системи заснована на швидкій і простій процедурі, яка заключається в наступному:

- вказується потрібна потужність або доступна площа;
- обирається PV модуль із внутрішньої бази даних;
- обирається інвертор із внутрішньої бази даних.

PVSyst запропонує конфігурацію масиву/системи, що дозволить провести попереднє моделювання. Моделювання розраховує розподіл енергії протягом року.

Основні результати полягають у наступному:

- загальне виробництво енергії [МВт·год/рік] має важливе значення для оцінки рентабельності фотоелектричної системи;
- коефіцієнт продуктивності (PR [%]) описує якість самої системи;
- питома енергія [кВт·год/кВт·п] є показником виробництва на основі наявного опромінення (розташування та орієнтація).

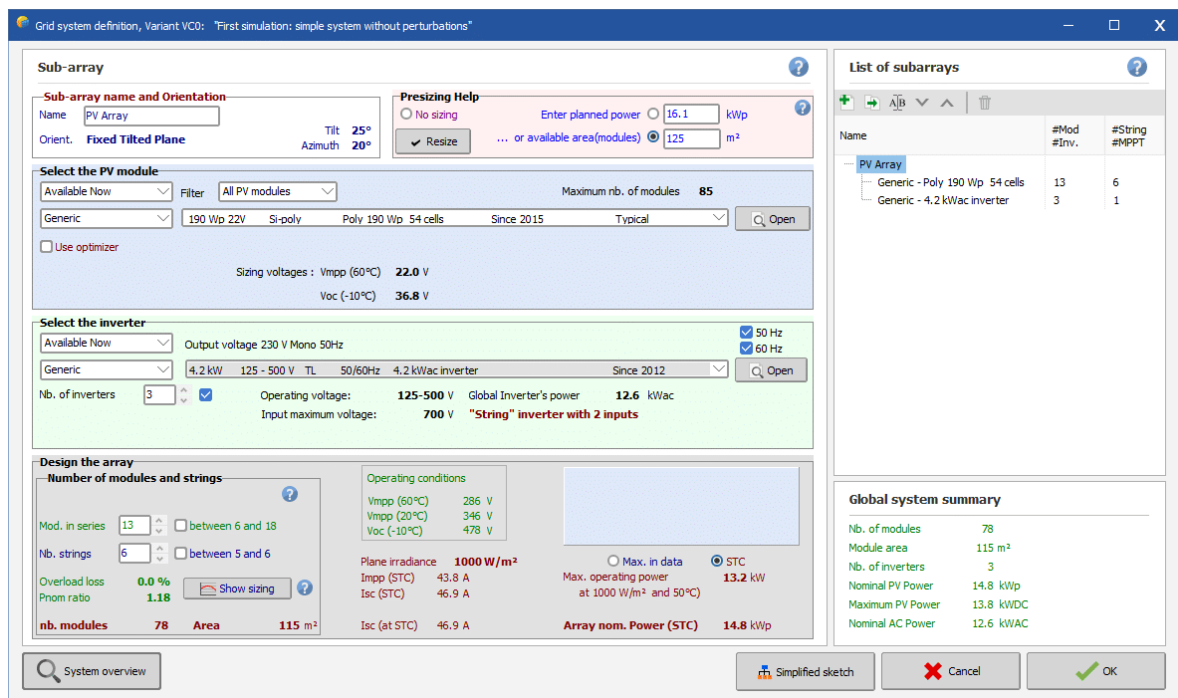


Рисунок 1.2 – Головне вікно програмного продукту PVSyst

Останнім буде розглянуто аналог RETScreen [6]. RETScreen Expert (рис. 1.3) – це комплексна платформа програмного забезпечення для управління чистою енергією, яка дає змогу професіоналам та особам, які приймають рішення, визначати та оцінювати життєздатність потенційних проектів з енергоефективності, відновлюваної енергії та когенерації; вимірювати та перевіряти фактичні та поточні енергетичні характеристики будівель, фабрик та електростанцій у всьому світі; і керувати об'єктами. Програмне забезпечення розроблено урядом Канади у співпраці з відомими міжнародними партнерами [6].

Основні характеристики програмного продукту наступні:

- бюджетування та прогнозування;
- звітність про вартість та використання;
- моніторинг викидів;
- аналіз цін на енергію;
- управління навантаженням;
- відстеження лічильника.



Рисунок 1.3 – Головне вікно програмного продукту RETScreen

Порівняльна характеристика програмних продуктів описаних вище представлена у табл. 1.1.

Таблиця 1.1 – Порівняльна характеристика програмних продуктів

Програмний продукт	SolarisPV	PVSyst	RETScreen
Ліцензія	14 USD/місяць	55 USD/місяць	Безкоштовний
Тип погодних умов бази даних	Значення сонячної радіації	Значення сонячної радіації	Значення сонячної радіації

Продовження таблиці 1.1

Програмний продукт	SolariusPV	PVSyst	RETScreen
Можливість вводу користувачем даних	+	+	-
Звіт з результатами	+	+	+
Платформа	OC Windows	OC Windows	OC Windows
Зрозумілість інтерфейсу	Інтуїтивно зрозумілий	Інтуїтивно не зрозумілий	Інтуїтивно зрозумілий

За результатами порівняльної характеристики кожен програмний продукт має певні недоліки: SolariusPV та PVSyst не мають безкоштовної ліцензії, RETScreen не дає змогу користувачеві вводити дані, PVSyst має важкуватий для сприйняття інтерфейс і всі програмні продукти розраховані виключно на ОС Windows. Саме тому виникла потреба створити web-додаток підтримки планування мікромережі з відновлюваними джерелами енергії зі зручним та зрозумілим інтерфейсом користувача.

1.3 Постановка задачі

Метою даного дипломного проекту є створення web-додатку для підтримки планування вибору типів компонентів для мікромережі з відновлюваними джерелами енергії, використання якого забезпечує заощадження витрат та часу на підбір компонентів ГЕСВДЕ мережі.

Основні вимоги до створюваного програмного продукту наступні:

– інтерфейс web-додатку має бути інтуїтивно зрозумілий для користувача;

- web-додаток має підтримуватися основними браузерами;
- дизайн web-додатку має бути виконаний у єдиному стилі;
- web-додаток має забезпечувати безпечний зв'язок.

Для досягнення визначеної мети необхідно вирішити наступні задачі:

- визначити актуальність досліджуваної проблеми;
- провести аналіз предметної області;
- порівняти вже існуючі аналоги web-додатку;
- визначити структуру web-додатку;
- створити технологію розміщення компонентів мережі на мапі;
- реалізувати web-додаток для підтримки планування вибору типів компонентів для мікромережі з відновлюваними джерелами енергії;
- провести тестування створеного web-додатку;
- створити супровідну документацію.

Вимоги до проекту в цілому, структури web-додатку, видів забезпечення та функціонування системи описані у технічному завданні на розробку проекту (додаток А).

Для реалізації даного web-додатку було обрано наступні технології:

- HTML5, CSS3, JavaScript – для створення користувальницького інтерфейсу;
- PHP – для створення серверної частини web-додатку;
- СУБД MySQL – для роботи з базою даних;
- Google Maps API – для визначення даних користувача про ділянку для ГЕСВДЕ мережі та візуалізації кінцевої конфігурації компонентів.

2 МОДЕЛЮВАННЯ ТА ПРОЕКТУВАННЯ

2.1 Структурно-функціональна модель

Принцип структурно-функціональної моделі полягає у представленні об'єктів у вигляді ієрархії, яка показує логічні зв'язки поміж задачами, що в свою чергу допомагає швидше зрозуміти предметну область [9].

Функціональне моделювання web-додатку в нотації IDEF0 представлене на рисунку 2.1.

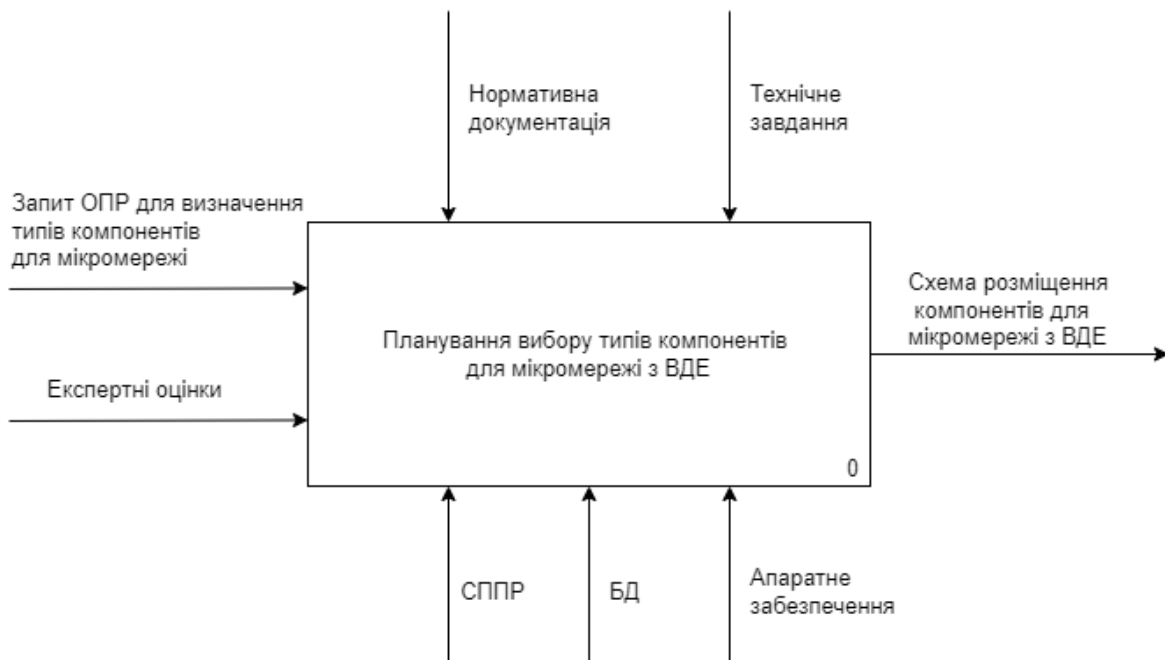


Рисунок 2.1 – IDEF0 діаграма web-додатку

Робота системи відбувається за умови, якщо на вхід надходить запит від ОПР на визначення типів компонентів мікромережі та оцінки експертів. У виборі компонентів задіяні апаратне забезпечення, СППР та сервер бази даних. Процес

обмежений нормативною документацією та технічним завданням. В результаті роботи ОПР отримує схему розміщення компонентів для ГЕСВДЕ.

Декомпозиція функціональної моделі web-додатку представлена на рисунку 2.2.

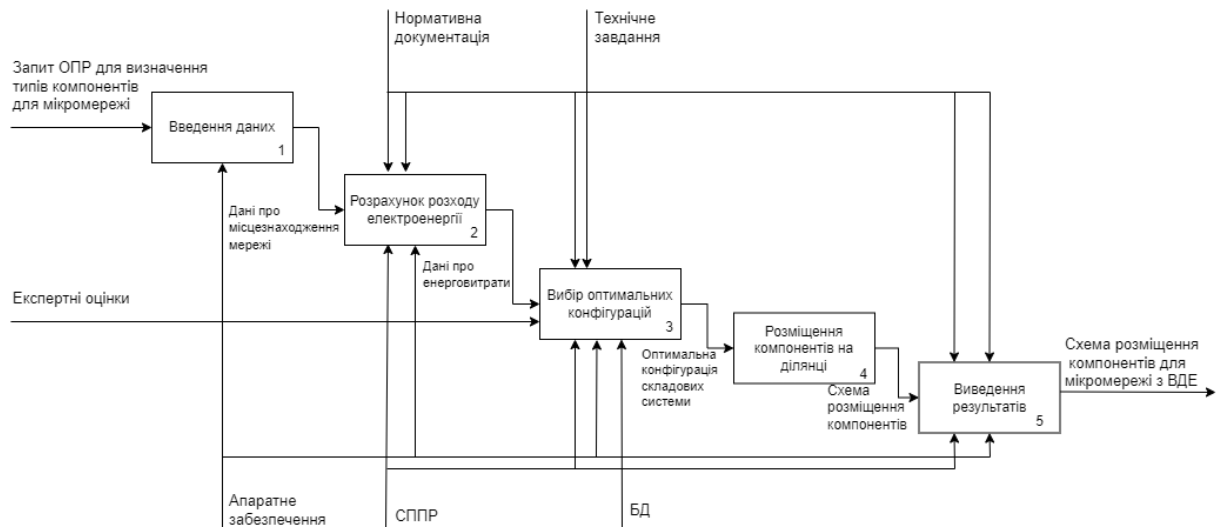


Рисунок 2.2 – Декомпозиція 1-го рівня функціональної моделі web-додатку

Планування вибору типів компонентів ГЕСВДЕ відбувається за сценарієм: користувач вводить дані про енергоспоживання та параметри мережі, система розраховує розхід електроенергії та підбирає оптимальні конфігурації, результати надаються користувачу у вигляді схеми розміщення компонентів на карті місцевості.

2.2 Модель варіантів використання

Дана діаграма представляє систему у вигляді акторів та показує, яким чином вони взаємодіють з нею. Варіантом використання називають певні можливості актора у відношенні до системи [10].

Діаграма варіантів використання в нотатції UML представлена на рисунку 2.3.

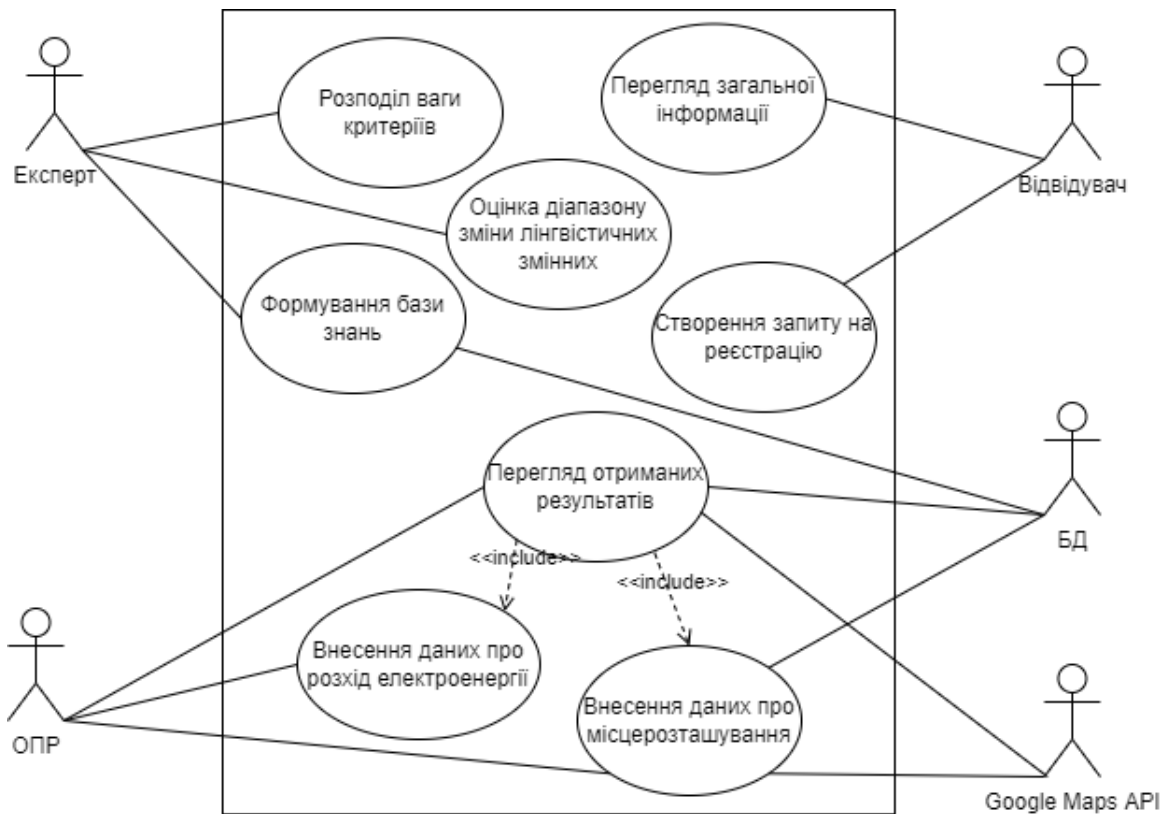


Рисунок 2.3 – Діаграма варіантів використання

В даному проекті задіяно три актори: Відвідувач, який має змогу ознайомитись із загальною інформацією щодо системи; ОПР (особа, що приймає рішення), який вводить дані про мережу та має на меті підібрати компоненти для ГЕСВДЕ; Експерт, що задає оцінки критеріїв для вибору компонентів ГЕСВДЕ.

2.3 Проектування моделі бази даних

Логічна модель бази даних представляє собою графічне зображення сутностей, їх атрибутів та взаємозв'язків між ними. У роботах [11, 12] було

створено основну базу даних, до якої в даному проекті було додано таблиці збереження даних про ділянки, а також, оновлено таблиці з даними ОПР і зареєстрованих користувачів та взаємозв'язки між таблицями. У таблиці 2.1 представлено опис всіх таблиць бази даних, задіяних у системі. Логічна модель бази даних наведена на рисунку 2.4.

Таблиця 2.1 – Таблиці бази даних

Назва таблиці	Опис
pv	Дані про сонячні панелі
wр	Дані про вітрогенератори
b	Дані про акумуляторні батареї
working_configurations_with_AB	Робочі конфігурації сонячних панелей, вітрогенераторів та акумуляторних батарей
data_opr	Дані ОПР про обрану ділянку для розрахунку оптимальної конфігурації
polygon	Координати обраної ОПР ділянки
working_configurations	Усі можливі робочі конфігурації сонячних панелей та вітрогенераторів
coefficients	Характеризуючі розрахункові коефіцієнти для конфігурацій
all_configurations	Дані про усі можливі конфігурації з наданого набору сонячних панелей та вітрогенераторів
users	Дані зареєстрованих у системі користувачів
best_configurations_1	Оптимальні конфігурації компонентів за соціально-економічним критерієм

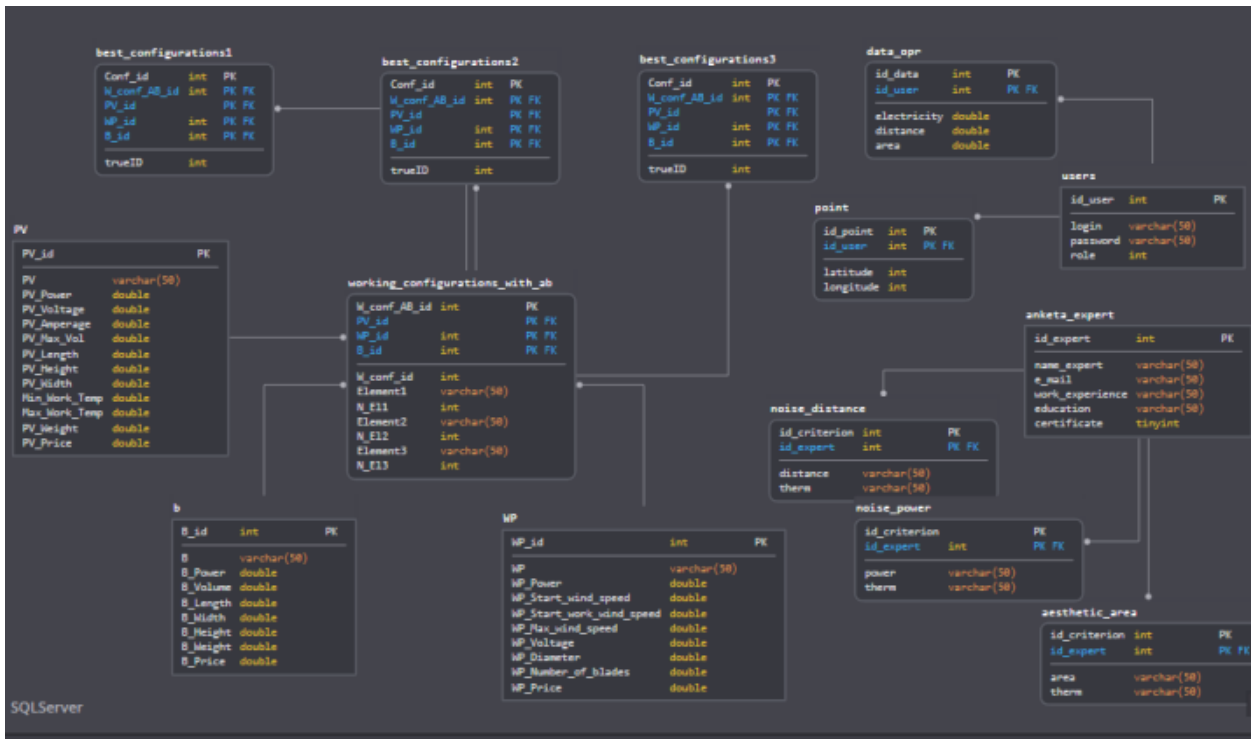


Рисунок 2.4 – Логічна модель бази даних

Таблиця `users` складається з наступних полів: `id_user` (первинний ключ таблиці), `login` (логін для входу в систему), `password` (пароль для входу в систему), `role` (тип користувача).

Таблиця `polygon` має три поля: `polygon_id` (первинний ключ таблиці), `polygon_array_serialized` (масив координат обраної ділянки), `possible_area_serialized` (масив координат ділянки, в межах якої можливо встановити вітрогенератор з врахуванням відстані до будинку).

Таблиця `data_ogr` складається з наступних полів: `id_data` (первинний ключ таблиці), `electricity` (значення добового споживання електроенергії), `distance` (мінімальна відстань від будинку до вітрогенератора), `pv_area` (монтажна площа під сонячні панелі), `place_area` (площа обраної ділянки), `house_lat` (значення широти координати будинку), `house_lng` (значення довготи координати будинку), `pv_angle` (кут нахилу сонячних панелей), `polygon_name` (унікальний ідентифікатор ділянки), `wp_lat` (значення широти координати вітрогенератора), `wp_lng` (значення

довготикоординати вітрогенератора), `id_user` (зовнішній ключ, ідентифікатор користувача), `polygon_id` (зовнішній ключ, ідентифікатор ділянки), `config_id` (зовнішній ключ, ідентифікатор оптимальної конфігурації).

Логічні зв'язки між наведеними вище таблицями зображено на рисунку 2.5.

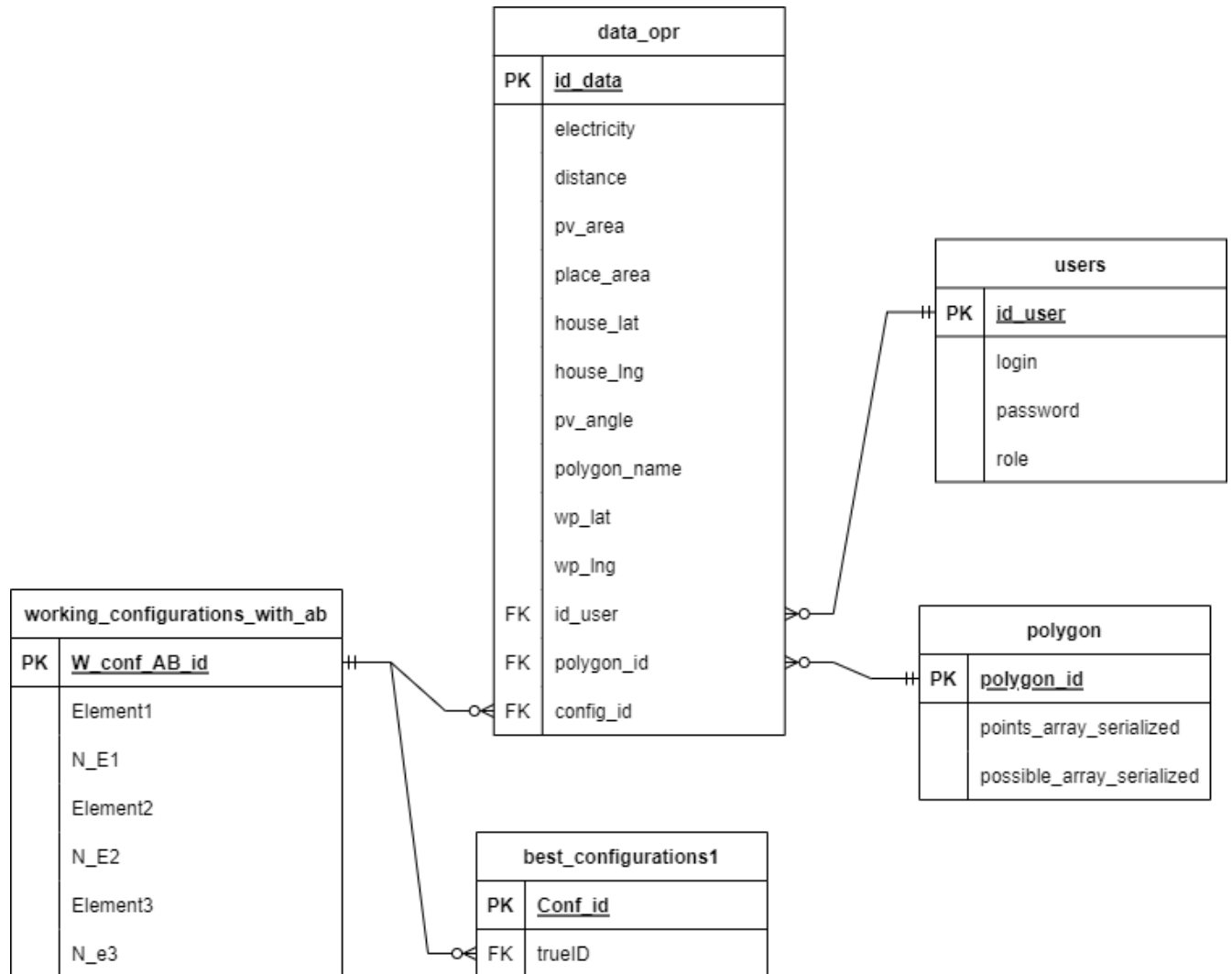


Рисунок 2.5 – Логічна модель задіяних таблиць

3 РОЗРОБКА WEB-ДОДАТКУ

3.1 Архітектура програмного додатку

В розробці даного проекту було задіяно трирівневу клієнт-серверну архітектуру web-додатку. Архітектура «клієнт-сервер» зосереджує більшу частину своїх ресурсів з обробки інформації на сервері, а інтерфейси користувача – на робочих станціях, які називаються клієнтами.

Створюваний web-додаток містить наступні рівні: користувач, сервер web-додатку та база даних. Архітектуру web-додатку наведено на рисунку 3.1.

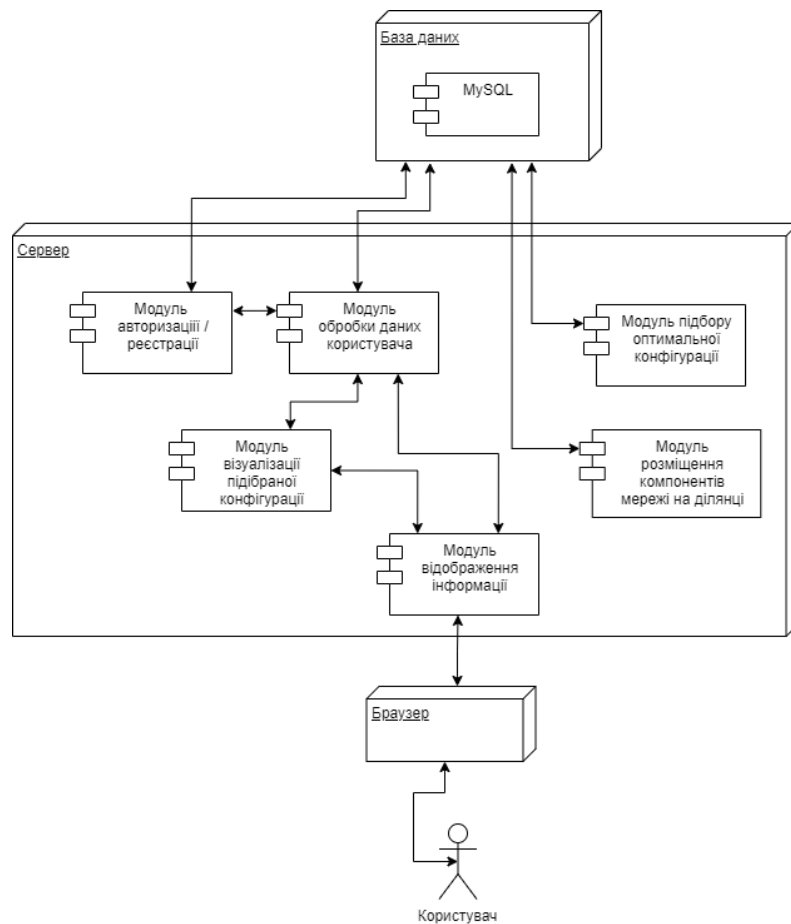


Рисунок 3.1 – Архітектура web-додатку

3.2 Програмна реалізація

3.2.1 Доповнення бази даних

Для розроблюваного web-додатку є необхідність доповнити вже існуючу базу даних [11, 12], тому було створено 1 нову таблицю та оновлено 2 існуючі.

Таблиця `users` (рис. 3.2-3.3) складається з наступних полів: `id_user` (первинний ключ таблиці), `login` (логін для входу в систему), `password` (пароль для входу в систему), `role` (тип користувача).

#	Name	Type	Collation	Attributes	Null	Default	Comments	Extra	Action
1	id_user	int(11)			No	None		AUTO_INCREMENT	
2	login	varchar(25)	utf8_general_ci		No	None			
3	password	varchar(25)	utf8_general_ci		No	None			
4	role	int(1)			No	None			

Рисунок 3.2 – Структура таблиці `users`

<code>id_user</code>	<code>login</code>	<code>password</code>	<code>role</code>
1	admin	admin	1
2	user1	user1	2
3	expert1	expert1	3
4	user2	user2	2

Рисунок 3.3 – Таблиця `users`

Таблиця `polygon` (рис. 3.4-3.5) має три поля: `polygon_id` (первинний ключ таблиці), `polygon_array_serialized` (масив координат обраної ділянки), `possible_area_serialized` (масив координат ділянки, в межах якої можливо встановити вітрогенератор з врахуванням відстані до будинку).

#	Name	Type	Collation	Attributes	Null	Default	Comments	Extra	Action
1	polygon_id	int(11)			No	None		AUTO_INCREMENT	
2	points_array_serialized	longtext	utf8mb4_bin		No	None			
3	possible_area_serialized	longtext	utf8mb4_unicode_ci		No	None			

Рисунок 3.4 – Структура таблиці polygon

polygon_id	points_array_serialized	possible_area_serialized
1	50.759671,31.782108,50.755002,31.785026,50.751744,...	50.751787,31.794597,50.753807,31.816783,50.763689,...
2	50.759671,31.782108,50.755002,31.785026,50.751744,...	50.751787,31.794597,50.753807,31.816783,50.763689,...
3	50.435663,30.410895,50.428446,30.417246,50.423853,...	50.435663,30.410895,50.430852,30.391325,50.420134,...
4	50.494573,30.625054,50.431630,30.717064,50.441252,...	50.494573,30.625054,50.431630,30.717064,50.441252,...
5	50.494573,30.625054,50.431630,30.717064,50.441252,...	50.494573,30.625054,50.431630,30.717064,50.441252,...
6	50.022240,30.287998,49.983402,30.201481,49.918897,...	50.022240,30.287998,49.983402,30.201481,49.918897,...
7	50.022240,30.287998,49.983402,30.201481,49.918897,...	50.022240,30.287998,49.983402,30.201481,49.918897,...

Рисунок 3.5 – Таблиця polygon

Таблиця data_opr (рис. 3.6-3.7) складається з наступних полів: id_data (первинний ключ таблиці), electricity (значення добового споживання електроенергії), distance (мінімальна відстань від будинку до вітрогенератора), pv_area (монтажна площа під сонячні панелі), place_area (площа обраної ділянки), house_lat (значення широти координати будинку), house_lng (значення довготи координати будинку), pv_angle (кут нахилу сонячних панелей), polygon_name (унікальний ідентифікатор ділянки), wp_lat (значення широти координати вітрогенератора), wp_lng (значення довготикоординати вітрогенератора), id_user (зовнішній ключ, ідентифікатор користувача), polygon_id (зовнішній ключ, ідентифікатор ділянки), config_id (зовнішній ключ, ідентифікатор оптимальної конфігурації).

#	Name	Type	Collation	Attributes	Null	Default	Comments	Extra	Action
1	id_data	int(11)			No	None		AUTO_INCREMENT	
2	electricity	decimal(10,2)			No	None			
3	distance	int(11)			No	None			
4	pv_area	decimal(10,2)			No	None			
5	place_area	decimal(20,6)			No	None			
6	house_lat	decimal(8,6)			No	None			
7	house_lng	decimal(8,6)			No	None			
8	pv_angle	double			No	None			
9	polygon_name	longtext	utf8_general_ci		No	None			
10	wp_lat	decimal(8,6)			No	None			
11	wp_lng	decimal(8,6)			No	None			
12	id_user	int(11)			No	None			
13	polygon_id	int(11)			No	None			
14	config_id	int(11)			No	None			

Рисунок 3.6 – Структура таблиці data_org

id_data	electricity	distance	pv_area	place_area	house_lat	house_lng	pv_angle	polygon_name	wp_lat	wp_lng	id_user	polygon_id	config_id
1	2.00	1000	20.00	15064198.109356	50.754850	31.781268	41.6736860000000004	"Ділянка 1"	50.771795	31.824432	4	2	22197
2	60.00	2	600.00	3921691.846371	50.450001	30.523333	41.44200076	"рор"	50.422867	30.408492	6	3	22197
3	2.00	500	10.00	284471463.649950	50.450001	30.523333	41.44200076	"Ділянка 2"	50.525047	30.775429	4	5	22197
4	3.00	3	300.00	216319059.130029	50.001942	30.422580	41.10147592	"3"	50.046723	30.334003	7	7	22197
5	2.00	500	10.00	1341987.140706	50.892035	34.922764	41.7779466	"Ділянка 1"	50.895587	34.933059	2	9	22197
6	2.00	500	10.00	3175051.293404	50.786919	34.486240	41.69805844	"Ділянка 2"	50.791964	34.501191	2	11	22197
7	3.00	500	11.00	872813.675631	50.856799	32.935197	41.75116724	"Ділянка 3"	50.852796	32.928028	4	12	22197

Рисунок 3.7 – Таблиця data_org

Модуль підключення до бази даних наведено на рисунку 3.8.

```
<?php
    $mysqli = new mysqli('127.0.0.1', 'root', '', 'diploma');

    if (mysqli_connect_errno()) {
        printf("Connect failed: %s\n", mysqli_connect_error());
        exit();
    }

    $connection = mysqli_connect('127.0.0.1', 'root', '', 'diploma');
?>
```

Рисунок 3.8 – Модуль підключення до бази даних

3.2.2 Реалізація сторінки введення даних

Для зручної реалізації модулю введення користувальницьких даних було прийнято рішення використовувати Google Maps API, який дозволяє швидко та ефективно інтегрувати карти та їх функціонал у web-сайт. У проекті Google Maps API використовується для визначення координат знаходження будинку ОПР та ділянки для встановлення вітрогенераторів, площі обраної ділянки та виявлення можливості встановити вітрогенератори з врахуванням вказаної відстані від будинку.

Початкові налаштування для відображення карти на сторінці наведено на рисунку 3.8.

```
//Create starting marker point
var myLatLng = {
  lat: 50.450001,
  lng: 30.523333
};

//Initialize map
map = new google.maps.Map(document.getElementById("googleMap"), {
  zoom: 6,
  center: myLatLng
});

//Initialize marker
marker = new google.maps.Marker({
  position: myLatLng,
  map: map,
  draggable: true,
  animation: google.maps.Animation.DROP
});
```

Рисунок 3.9 – Налаштування Google карти

Для визначення користувачем ділянки було використано бібліотеку Google Maps Geometry, яка дозволяє виділяти області на карті обраним інструментом (у

системі використовується інструмент Polygon). Функція ініціалізації модулю виділення ділянки наведена на рисунку 3.9.

```
//Drawing polygon tool
var drawingManager = new google.maps.drawing.DrawingManager({
  drawingControl: true,
  drawingControlOptions: {
    position: google.maps.ControlPosition.TOP_CENTER,
    drawingModes: [
      google.maps.drawing.OverlayType.POLYGON,
    ],
  },
});
```

Рисунок 3.10 – Функція роботи з полігонами

На рисунку 3.10 наведено функцію обрахунку площі виділеної користувачем ділянки.

```
//Calculate polygon area
function computePolyArea() {
  if(shapeSelected) {
    var v = shapeSelected.getPath();
    for (var i=0; i < v.getLength(); i++) {
      var xy = v.getAt(i);
      polygonArray.push(xy.lat().toFixed(6), xy.lng().toFixed(6));
    }
    area = google.maps.geometry.spherical.computeArea(shapeSelected.getPath());
    showMessage("Площа обраної ділянки - " + area.toFixed(2) + " м2 (" + (area / 1000000).toFixed(2) + " км2)", "#4958cb");
  }
  else {
    showMessage("Схоже, у нас немає даних про ділянку...", "#4958cb");
  }
}
```

Рисунок 3.11 – Функція обрахунку площі ділянки

Для визначення оптимальної ділянки для установки вітрогенераторів було застосовано JavaScript-бібліотеку JSTS та її функцію difference. Принцип визначення наступний: створюються google-об'єкти Circle з радіусом мінімальної відстані до вітрогенератора та Polygon з координатами обраної ділянки; конвертуються в jts-об'єкти (рис. 3.11); над ними проводиться логічна операція «віднімання»; отриманий об'єкт конвертується назад в тип google (рис. 3.12).

```

//Convert data to JTS
var googleMaps2JTS = function(boundaries) {
    var coordinates = [];
    for (var i = 0; i < boundaries.getLength(); i++) {
        coordinates.push(new jsts.geom.Coordinate(
            boundaries.getAt(i).lat(), boundaries.getAt(i).lng()));
    }
    return coordinates;
};

```

Рисунок 3.12 – Функція конвертації до jts-об'єкту

```

//Convert data to Google Maps
var jsts2googleMaps = function (boundaries) {
    var coordinatesdArray = boundaries.getCoordinates();
    GMcoords = [];
    for (var i = 0; i < coordinatesdArray.length; i++) {
        GMcoords.push(new google.maps.LatLng(coordinatesdArray[i].x, coordinatesdArray[i].y));
    }
    return GMcoords;
}

```

Рисунок 3.13 – Функція конвертації до google-об'єкту

3.2.3 Реалізація виведення результатів

В залежності від підібраної конфігурації з бази даних обираються параметри для відтворення результатів. Розміщення об'єктів представляється у вигляді міток на карті, одна з яких показує місце знаходження будинку та інформацію про сонячні панелі (рис. 3.14), а інша – приблизне розташування вітрогенератора (рис. 3.15), а також, полігону (рис. 3.16), який показує можливе місцерозташування інших вітроненераторів.

```

//Initialize marker
marker = new google.maps.Marker({
  position: myLatLng,
  map: map,
  draggable: false,
  animation:google.maps.Animation.DROP,
  title: "Інформація про сонячні панелі",
});

const contentString =
'<div id="content">' +
'<p>Сонячні панелі</p>'+
'<h4>Назва: '+userData.Element1+'</h4>'+
'<p>Площа: '+parseFloat(userData.Area).toFixed(2)+' м<sup>2</sup></p>'+
'<p>Кут нахилу: '+parseFloat(userData.pv_angle).toFixed(2)+'°</p>'+
'<p>Ціна: '+userData.PV_Price+' грн.</p>'+
'<p>Кількість: '+userData.N_E11+'</p>'+
"</div>";

const infowindow = new google.maps.InfoWindow({
  content: contentString,
});

infowindow.open({
  anchor: marker,
  map,
  shouldFocus: false,
});

```

Рисунок 3.14 – Маркер місцезнаходження будинку

```

markerWP = new google.maps.Marker({
  position: myLatLngWP,
  draggable: false,
  map: map,
  animation:google.maps.Animation.DROP,
  title: "Інформація про вітрогенератор",
  icon: {
    url: "http://maps.google.com/mapfiles/ms/icons/blue-dot.png"
  }
});

const contentStringWP =
'<div id="content">' +
'<p>Вітрогенератор</p>'+
'<h4>Назва: '+userData.Element2+'</h4>'+
'<p>Ціна: '+userData.WP_Price+' грн.</p>'+
"</div>";

const infowindowWP = new google.maps.InfoWindow({
  content: contentStringWP,
});

infowindowWP.open({
  anchor: markerWP,
  map,
  shouldFocus: false,
});

```

Рисунок 3.15 – Маркер місцезнаходження вітрогенератора

```
for (var i = 0, n = string.length; i < n; i+=2) {
    differenceGMArray.push({
        "lat": parseFloat(string[i]),
        "lng": parseFloat(string[i+1])
    });
}

var polygonDifference = new google.maps.Polygon({
    map: map,
    paths: differenceGMArray,
    strokeColor: "#148810",
    strokeOpacity: 0.8,
    strokeWeight: 2,
    fillColor: "#148810",
    fillOpacity: 0.35,
});
```

Рисунок 3.16 – Полігон оптимальної ділянки

Повний лістинг усіх програмних модулів представлено у додатку В.

3.3 Використання програмного додатку

Перш за все, користувачу необхідно авторизуватися (рис. 3.17) у системі. Якщо користувач не має облікового запису – він може відправити запит на реєстрацію, який повинен підтвердити адміністратор; без облікового запису користувач може тільки переглянути загальну інформацію про web-додаток.

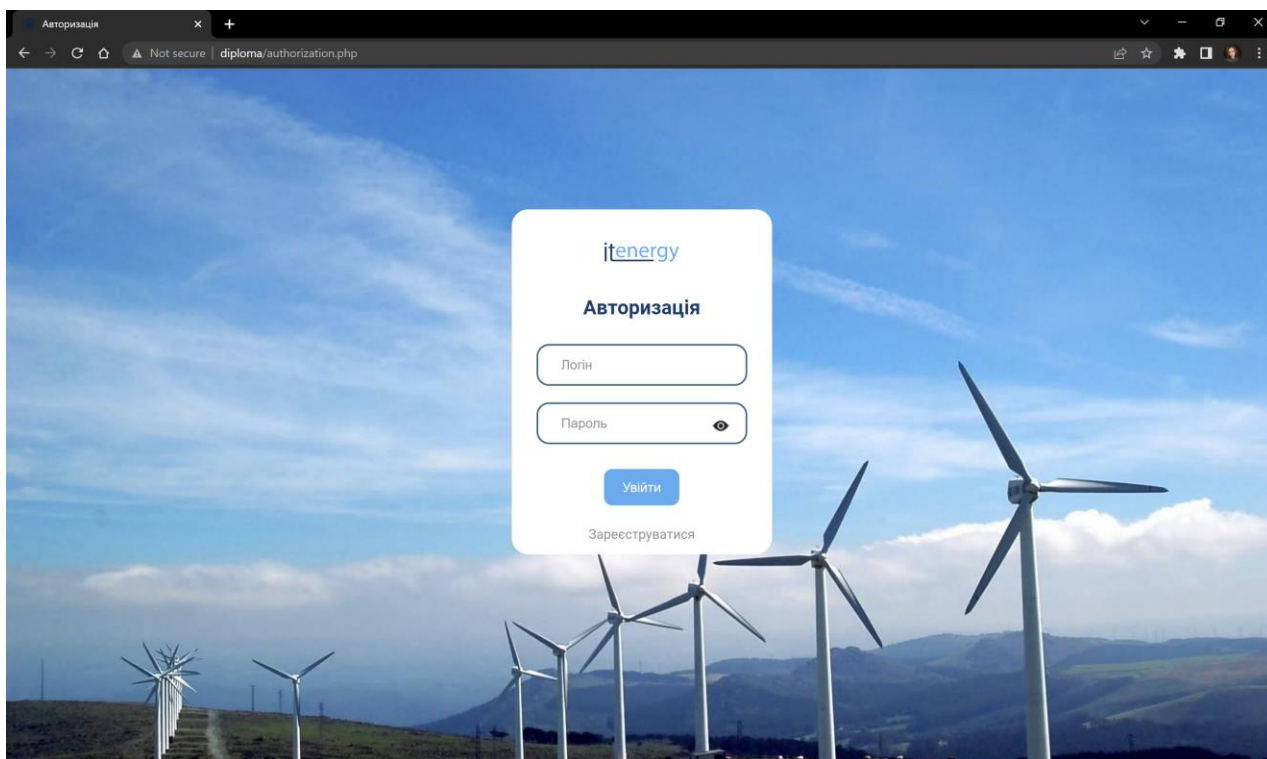


Рисунок 3.17 – Форма авторизації

У разі введення некоректних даних у поля форми, користувач буде повідомлений за допомогою модальних вікон, зображених на рисунках 3.18-3.20.

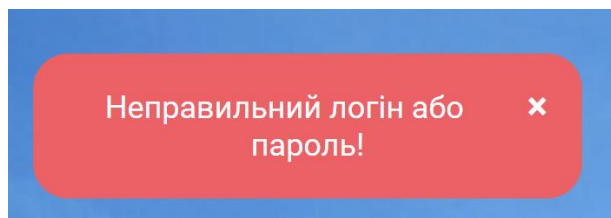


Рисунок 3.18 – Повідомлення про неправильно введені дані

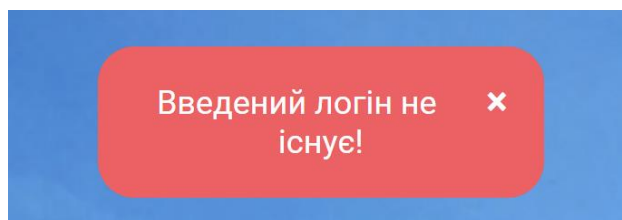


Рисунок 3.19 – Повідомлення про відсутність введеного логіну у базі даних

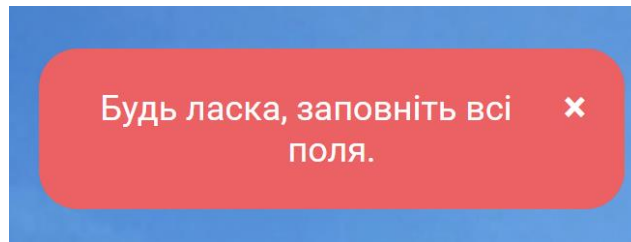


Рисунок 3.20 – Повідомлення у разі пустого поля введення

Після успішної авторизації користувач повинен обрати напрям роботи – управління мережею або її планування (рис. 3.21).

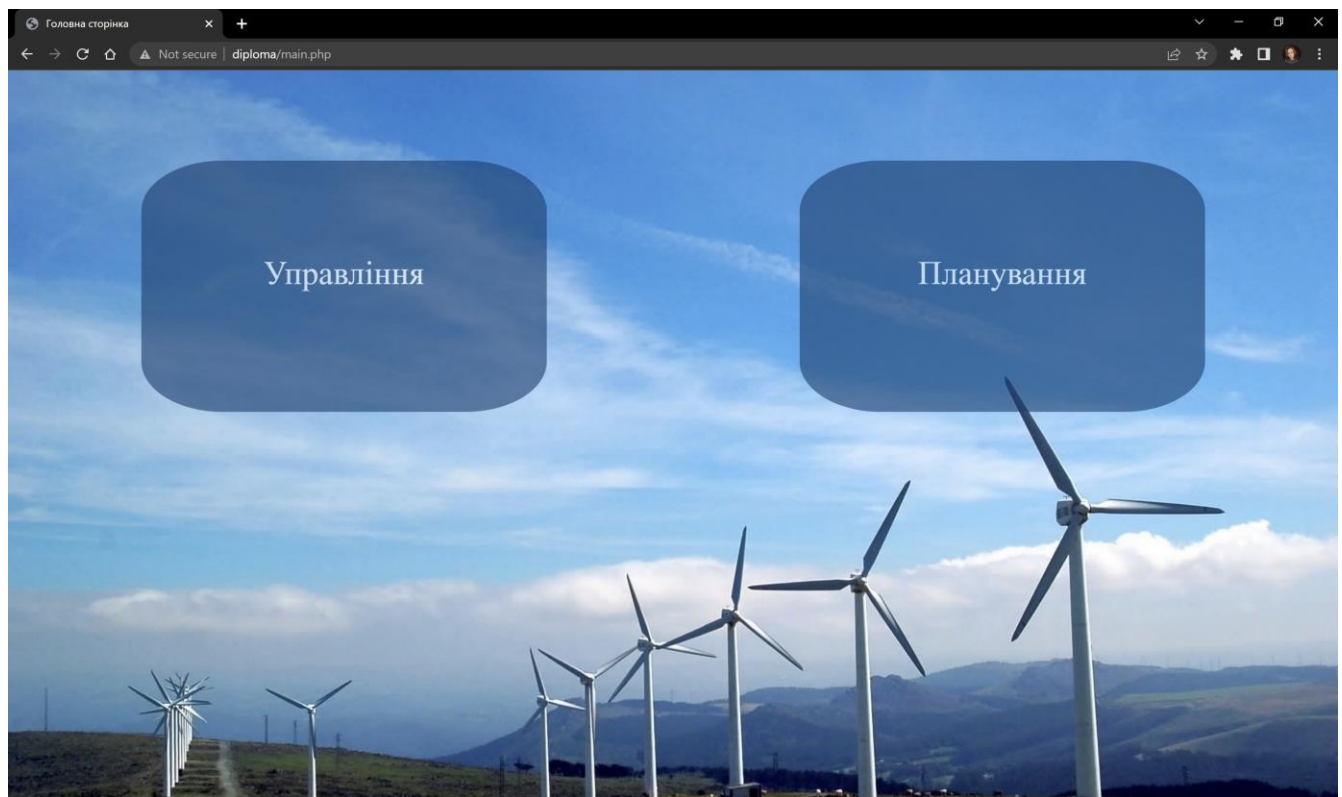


Рисунок 3.21 – Сторінка вибору напрямку роботи

На сторінці введення даних про майбутню мережу користувач має змогу ознайомитись з інструкцією заповнення (рис. 3.22).

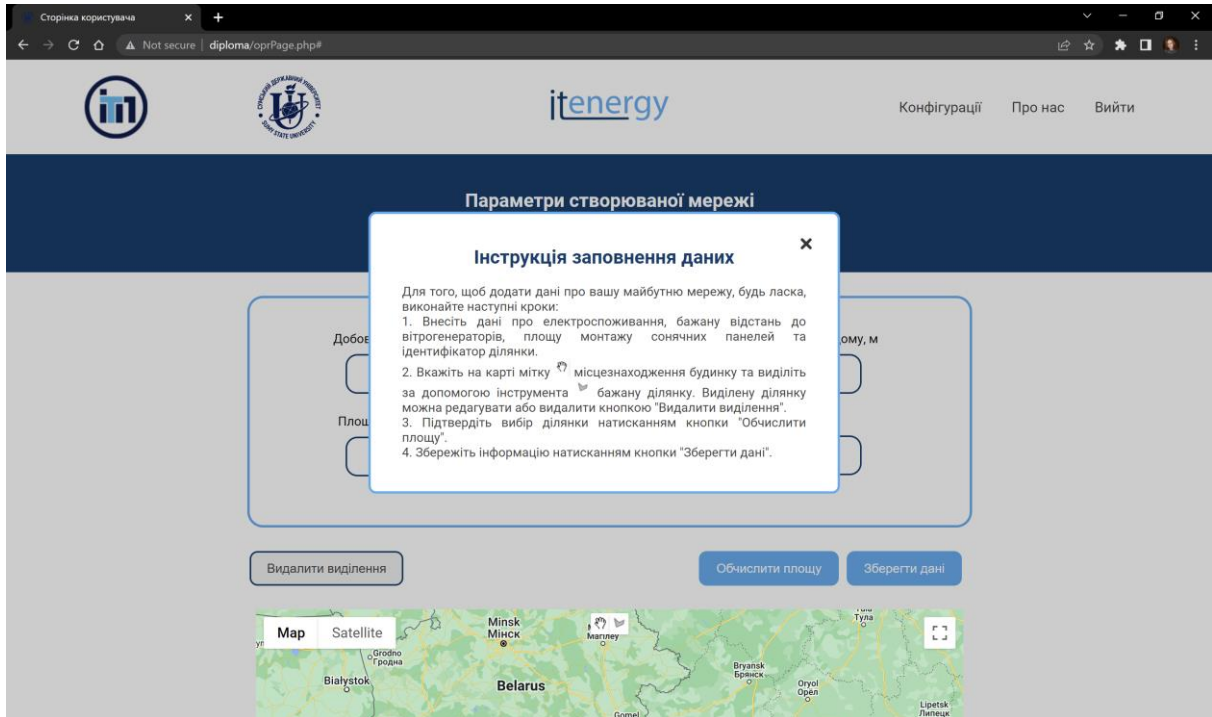


Рисунок 3.22 – Інструкція заповнення даних

Під час заповнення даних користувача супроводжуватимуть підказки або повідомлення про помилково введену інформацію (рис. 3.23-3.24).

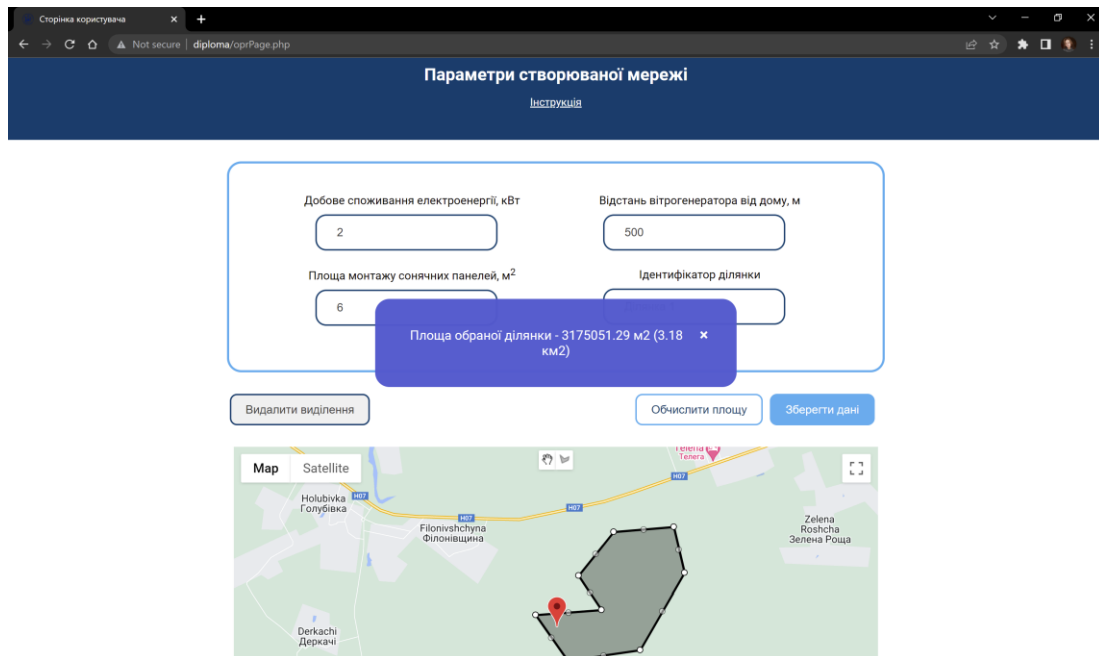


Рисунок 3.23 – Повідомлення зі значенням площі ділянки

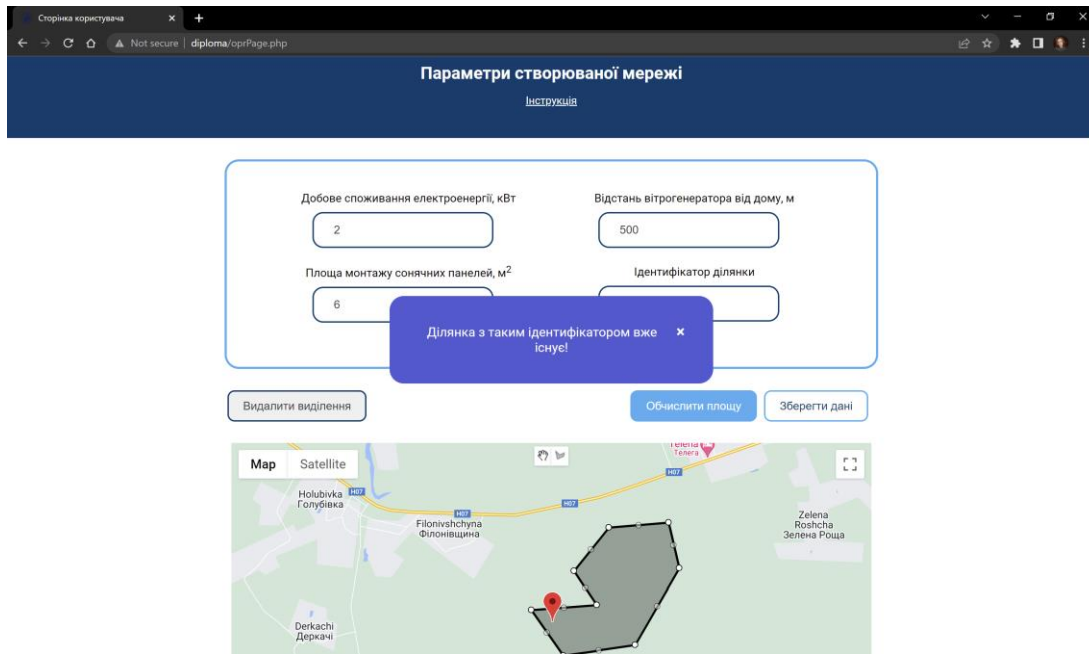


Рисунок 3.24 – Повідомлення про вже існуючий ідентифікатор

Після успішного введення даних про енергоспоживання та параметри мережі, система перенаправляє користувача на сторінку перегляду результатів підбору конфігурації, де він має змогу обрати одну з декількох ділянок (рис. 3.25).

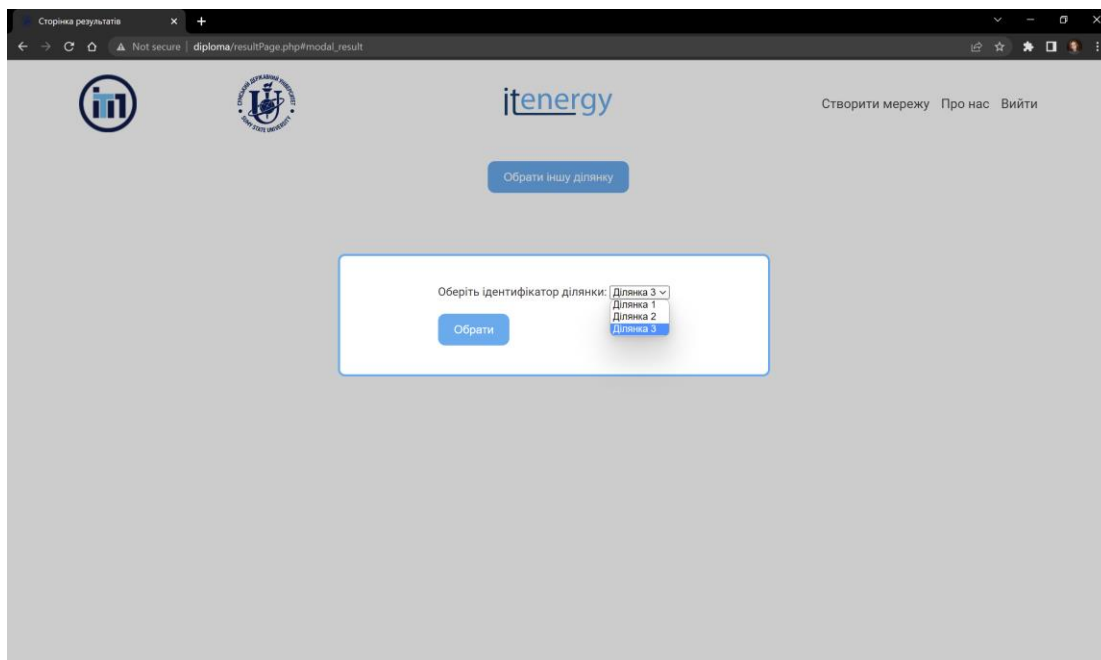


Рисунок 3.25 – Форма вибору ділянки

Після вибору ділянки користувачу наводиться короткий опис (рис. 3.26) щодо відображення результатів пошуку конфігурації компонентів.

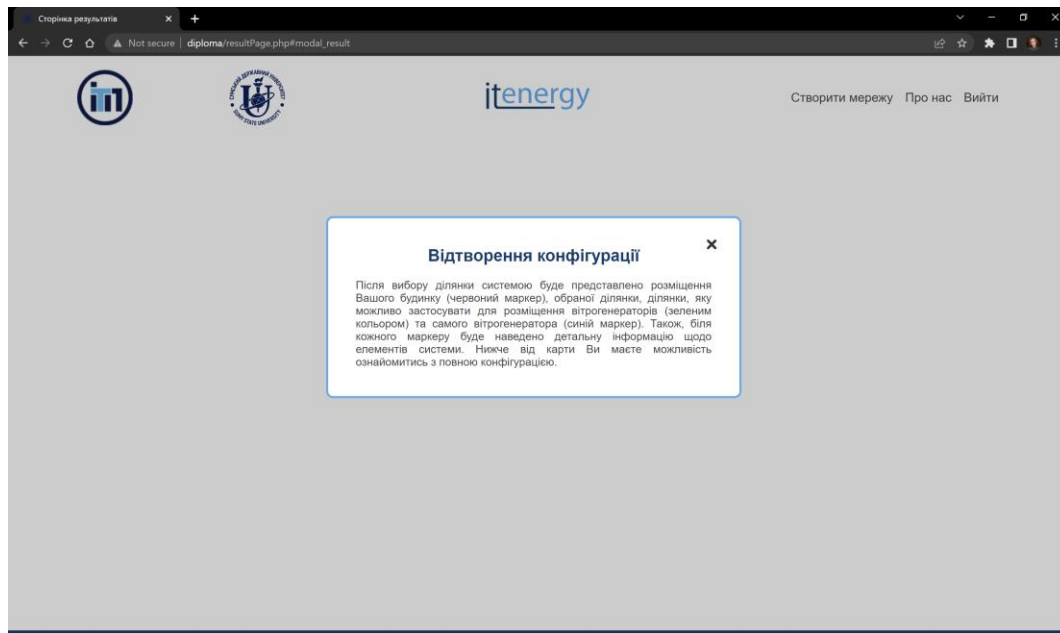


Рисунок 3.26 – Опис відтворення результатів

Приклад візуалізації результатів підбору компонентів мережі наведено на рисунках 3.27-3.28.

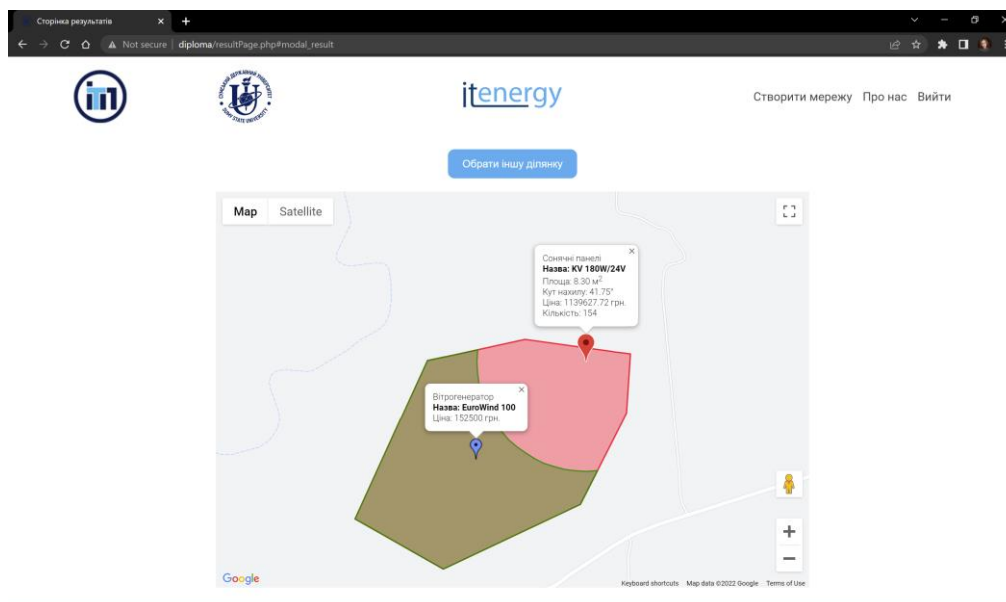


Рисунок 3.27 – Результати підбору компонентів на карті

The screenshot shows a web browser window with the URL `diploma/resultPage.php#modal_result`. The main content is a dark blue table titled "Інформація про установку" (Installation Information). Below the table, there is a contact section for "itenergy" and a feedback form titled "Форма зворотного зв'язку" (Feedback Form).

Площа ділянки, м ²	Сонячна панель	Кількість панелей	Площа панелей, м ²	Кут нахилу панелей, °	Вітрогенератор	Акумулятори	Кількість акумуляторів	Ціна установки, грн.
872813.68	KV 180W/24V	154	8.30	41.75	EuroWind 100	VR4-6	583	175840469.6

Контакти
 +38 0542 687 854
 opt@sumdu.edu.ua
 Сумський державний університет, вул. Римського-Корсакова 2

Форма зворотного зв'язку
 Ваше ім'я
 Пошта
 Повідомлення
 Надіслати

Рисунок 3.28 – Результати підбору компонентів у вигляді таблиці

Якщо у користувача ще немає створених ділянок, то він отримає повідомлення (рис. 3.29) про це та йому буде запропоновано створити першу.

The screenshot shows a web browser window with the URL `diploma/resultPage.php#modal_result`. The page features logos for LinkedIn and Sumy State University, and the "itenergy" logo. A central notification box contains the following text:

У вас поки що немає даних про ділянки
 Створити мережу

Navigation links: Створити мережу | Про нас | Вийти

Рисунок 3.29 – Повідомлення у разі відсутності створених ділянок

Також, у рамках даної розробки було створено дизайн для сторінки експерта (рис. 3.30). Сторінка містить функціональні панелі, які включають різні форми введення в залежності від критерію оцінювання.

Критерій	Вибір
Рівень шуму	мала
Естетична цілісність	мала
Витрати на ремонт	мала
Витрати на обслуговування	мала
Особливості ділянки	мала

Оцініть вплив відстані від ВЕУ до будівлі на значення критерію "Шум"	
1-5 м	мала
6-10 м	мала
11-20 м	мала
21-30 м	мала
31-40 м	мала
41-50 м	мала
більше 51 м	мала

Зберегти

Рисунок 3.30 – Дизайн сторінки експерта

3.4 Тестування web-додатку

Тестування є не менш важливим етапом розробки будь-якого програмного продукту. Для даного проекту було проведено тестування за чотирма напрямками:

- тестування коректності роботи усіх посилань на сторінках;
- тестування працездатності форм;
- тестування повідомлень у разі введення користувачем некоректних даних;
- тестування функціоналу блоку з картою.

Перш за все було перевірено посилання у хедері та футері сайту, тобто, перехід на головну сторінку по натисканню на логотип та функціонування пунктів меню – усе працює коректно. Для Google-карти основною функцією, однозначно, представлено зчитування даних про місцезнаходження, але ще однією, не менш важливою є коректна робота редагування виділеного полігону. На рисунку 3.31 видно, що остання функція працює без помилок.

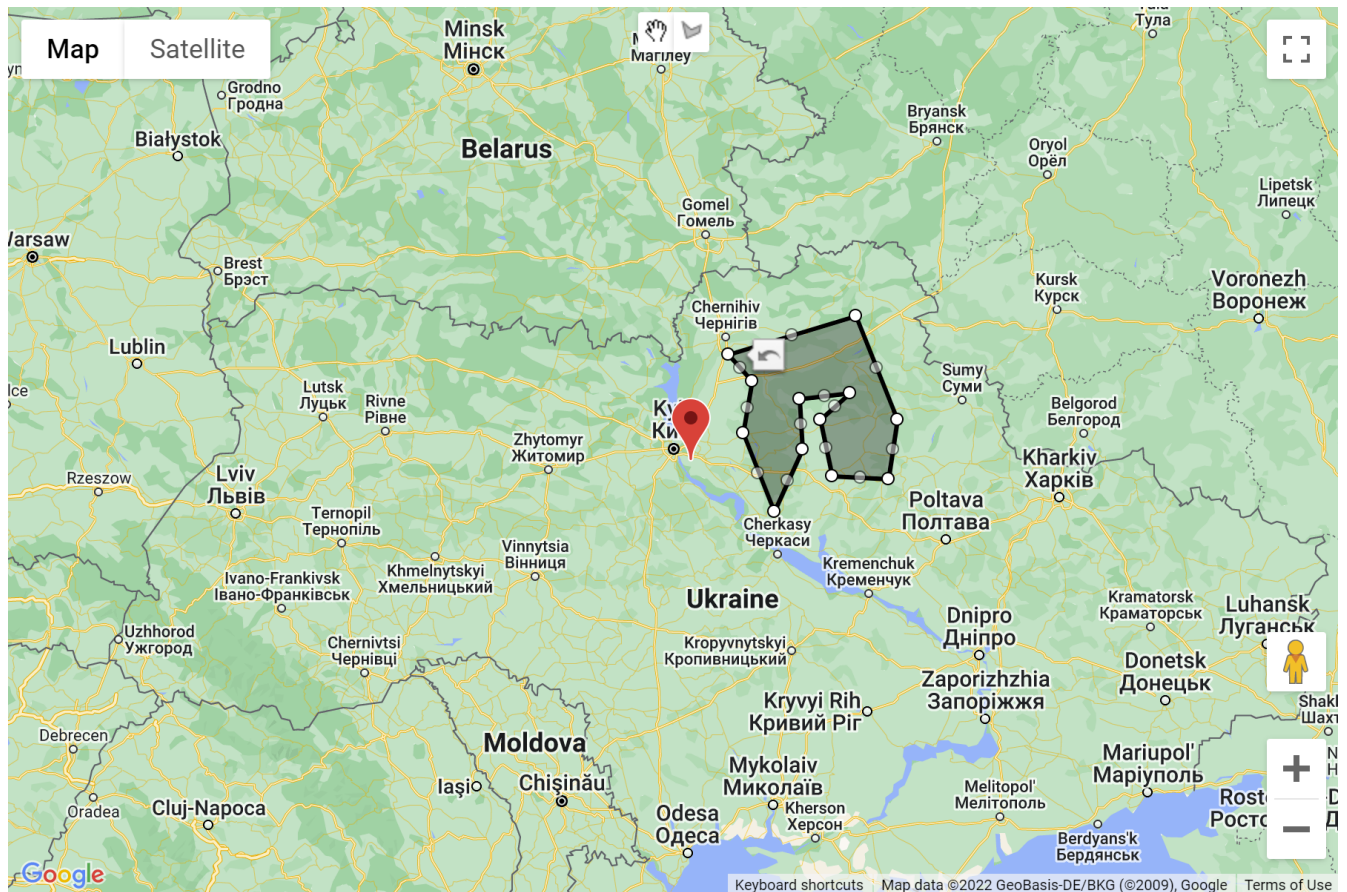
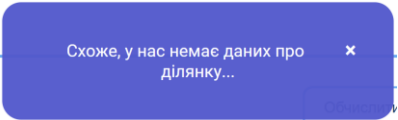


Рисунок 3.31 – Тестування можливості редагування полігону

Тестування форм проводилось з метою виявлення помилок при відправці даних та задля перевірки коректності повідомлень про помилки. Результати наведено у таблиці 3.1.

Таблиця 3.1 – Результати тестування форм на сторінках

№	Тестування	Очікуваний результат	Отриманий результат
1	Відправка форми з коректними даними про енергоспоживання та параметрами мережі	Повідомлення про успішну відправку форми, дані додані до бази даних	
2	Відправка форми з некоректними даними про енергоспоживання та параметрами мережі	Повідомлення про помилку із зазначенням поля, в якому допущено помилку	
3	Відправка форми з обраною місцевістю на карті	Повідомлення про успішну відправку форми, дані додані до бази даних	
4	Відправка форми без обраної місцевості на карті	Повідомлення про помилку	
5	Відправка форми авторизації з коректними даними	Повідомлення про успішну авторизацію, перенаправлення на сторінку створення мережі	
6	Відправка форми авторизації з некоректними даними	Повідомлення про помилку із зазначенням поля, в якому допущено помилку	

ВИСНОВКИ

Для вирішення питання підбору типів ВДЕ для мікромереж було створено web-додаток підтримки планування мікромережі з відновлюваними джерелами енергії, який дасть можливість обрати оптимальну стратегію планування мережі та ефективні компоненти ГЕСВДЕ, а також, візуалізувати їх розміщення на обраній місцевості.

В ході дипломного проекту були виконані наступні етапи проектування:

- визначено актуальність досліджуваної проблеми;
- проведено аналіз предметної області;
- проведено порівняння вже існуючих аналогів web-додатку;
- створено технологію розміщення компонентів мережі на мапі;
- визначено структуру та реалізовано web-додаток для підтримки планування вибору типів компонентів для мікромережі з відновлюваними джерелами енергії;
- проведено тестування створеного web-додатку;
- створено супровідну документацію.

Результатом роботи є готовий web-додаток підтримки вибору компонентів ГЕСВДЕ, що допоможе користувачу отримати набір оптимальних компонентів для його мікромережі та спланувати їх розміщення на місцевості.

Напрямок подальших досліджень є вдосконалення вже створеного web-додатку.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Джерела відновлюваної енергії в сучасній енергетиці [Електронний ресурс]: <https://ekotechnik.in.ua/istochniki-vozobnovlyaemoj-energii/> (дата звернення – 27.04.2022).
2. Перспективи розвитку гібридних енергетичних систем [Електронний ресурс]: <https://enerhodzherela.com.ua/analitika/Перспктиви-розвитку-гібридних-енергетичних-систем> (дата звернення – 27.04.2022).
3. Що таке веб-додаток? Різниця між сайтом, веб-додатком, SPA і PWA [Електронний ресурс]: <https://webcase.com.ua/uk/blog/cho-takoe-web-prilozhenie-vse-vidy/> (дата звернення – 27.04.2022).
4. Solar Design Software SolariusPV [Електронний ресурс] – Режим доступу до ресурсу: <https://www.accasoftware.com/en/solar-design-software> (дата звернення: 24.11.2021).
5. PVSyst Photovoltaic Software [Електронний ресурс] – Режим доступу до ресурсу: <https://www.pvsyst.com/> (дата звернення: 24.11.2021).
6. RETScreen Clean Energy Project Analysis Software [Електронний ресурс]: Режим доступу до ресурсу: https://openi.org/wiki/RETScreen_Clean_Energy_Project_Analysis_Software (дата звернення: 24.11.2021).
7. Meteororm Software. Worldwide irradiation data [Електронний ресурс] – Режим доступу до ресурсу: <https://meteororm.com/en/> (дата звернення: 07.05.2022).
8. Photovoltaic geographical information system [Електронний ресурс] – Режим доступу до ресурсу: https://re.jrc.ec.europa.eu/pvg_tools/en/ (дата звернення: 07.05.2022).

9. Process Analysis and Modeling Using IDEF0 [Електронний ресурс]: [http://classes.engr.oregonstate.edu/mime/winter2013/ie366-001/Slides/01-2%20\(lab\)%20-%20IDEF0.pdf](http://classes.engr.oregonstate.edu/mime/winter2013/ie366-001/Slides/01-2%20(lab)%20-%20IDEF0.pdf) (дата звернення – 10.05.2022).
10. Діаграми Прецедентів (Use Case UML Diagram) [Електронний ресурс]: <http://lvivqaclub.blogspot.com/2008/10/use-case-uml-diagram.html> (дата звернення – 10.05.2021).
11. Шулима О.В., Шендрик В.В., Богачов А.С. Інформаційна технологія управління об'єктами альтернативної енергетики. Технологічний аудит та резерви виробництва. 2015. № 1(2). С. 17-22.
12. Shulyma O., Davidsson P., Shendryk V., Marchenko A. The architecture of an information system for the management of hybrid energy grids. *Annals of Computer Science and Information Systems*. 2015. Vol. 6. P. 281-288.
13. Shendryk V., Shulyma O., Parfenenko Y. The topicality and the peculiarities of the renewable energy sources integration into the ukrainian power grids and the heating system. *Promoting Sustainable Practices through Energy Engineering and Asset Management* / Ed. V, González-Prida, A. Raman. Hersey PA: IGI Global, 2015, P. 162-192.
14. Єлісєєва О. К., Хазан П. В. Статистичне оцінювання стану відновлюваної енергетики в Україні порівняно з передовими країнами світу. *Статистика та економіка, аналіз*. 2016. №2. С. 14–20.
15. Georgilakis P. S. State-of-the-art of decision support systems for the choice of renewable energy sources for energy supply in isolated regions. *International Journal of Distributed Energy Resources*. 2006. Vol. 2. P. 129–150.
16. Khan M. J., Iqbal, M. T. Pre-feasibility study of stand-alone hybrid energy systems for applications in Newfoundland. *Renewable energy*. 2005. Vol. 30. P. 835-854.
17. Шулима О. В., Шендрик В. В., Пакштас А., Шендрик С. О. Модель функціонування гібридної енергетичної системи з відновлювальними джерелами

енергії. Вісник Харківського національного технічного університету сільського господарства імені Петра Василенка. 2015. No165. С. 73–75.

18. Шулима О. В., Шендрик В. В., Давідсон П. Формалізація задачі прийняття рішень для вибору оптимальної структури гібридної енергетичної системи. Вісник Національного технічного університету «ХПІ». Серія: Механіко-технологічні системи та комплекси. 2016. No49. С. 62-69.

19. State Agency on Energy Efficiency & Energy Saving of Ukraine. [Електронний ресурс]: <http://sae.gov.ua/en/> (дата звернення – 30.05.2022).

20. Konechenkov A. Renewable Energy. Focusing: Ukraine Vision 2050. [Електронний ресурс]: [//www.rea.org.ua/images/library/vis50e.pdf](http://www.rea.org.ua/images/library/vis50e.pdf) (дата звернення – 28.05.2022).

ДОДАТОК А
Технічне завдання

ТЕХНІЧНЕ ЗАВДАННЯ
на розробку додатку
«Web-додаток підтримки планування
мікромережі з відновлюваними джерелами енергії»

ПОГОДЖЕНО:

Кандидат технічних наук, доцент
кафедри інформаційних технологій

_____ Шендрик В.В.

Студент групи ІТ-_____

_____ Жовтобрюх А.С.

1 Призначення й мета web-додатку підтримки планування мікромережі з відновлюваними джерелами енергії

1.1 Призначення web-додатку

Web-додаток призначений для підтримки планування мікромережі з відновлюваними джерелами енергії.

1.2 Мета створення web-додатку

Метою даного проекту є створення web-додатку для підтримки планування вибору типів компонентів для мікромережі з відновлюваними джерелами енергії, використання якого забезпечує заощадження витрат та часу на підбір компонентів ГЕСВДЕ мережі.

1.3 Цільова аудиторія

Розроблюваний web-додаток орієнтований на приватних осіб, які вирішили виробляти електроенергію та відключитися від централізованої мережі та на підприємства, які займаються плануванням та побудовою котеджних містечок.

2 Вимоги до проекту

2.1 Вимоги до проекту в цілому

2.1.1 Вимоги до структури й функціонування

Web-додаток має виконувати визначений функціонал і мати простий та інтуїтивно зрозумілий інтерфейс.

Результатом функціонування web-додатку мають бути оптимальна стратегія планування мережі та ефективні компоненти ГЕСВДЕ.

2.1.2 Вимоги до персоналу

Персонал повинен бути впевненим користувачем ПК, мати навички з управління та роботою з базами даних.

2.1.3 Вимоги до розмежування доступу

Розроблюваний web-додаток має бути загальнодоступним у мережі Інтернет. Права доступу до інформації розмежовані за групами користувачів: відвідувач, особа, що приймає рішення (ОПР) та експерт.

Відвідувач має доступ до загальної інформації про систему.

ОПР матиме можливість вводити дані про енергоспоживання та ділянки, де буде створено ГЕСВДЕ.

Експерт буде розподіляти ваги критеріїв та оцінювати діапазон зміни лінгвістичних змінних.

2.2 Структура web-додатку

2.2.1 Загальна інформація про структуру web-додатку

До структури web-додатку входить загальнодоступна сторінка з інформацією про додаток, сторінка ОПР та експерта.

Перелік сторінок web-додатку наступний:

- Головна сторінка, де виводиться загальна інформація про додаток.
- Сторінка авторизації та реєстрації.
- Сторінка ОПР для введення даних щодо регіону та ділянки, де буде створено ГЕСВДЕ та даних про енергоспоживання.
- Сторінка експерта для розподілу ваг критеріїв та оцінки діапазону зміни лінгвістичних змінних.

2.2.2 Навігаційне меню

Для зручної навігації повинно бути створене меню, що забезпечить переміщення користувача по всім доступним сторінкам web-додатку, має бути закріплене і розташовуватися зверху на кожній сторінці.

2.2.3 Управління контентом

Усе інформаційне наповнення web-додатку має міститися у базі даних.

2.2.4 Дизайн web-додатку

Дизайн web-додатку має бути виконаний у мінімалістичному та сучасному стилі. Корпоративними кольорами є блакитний, синій та білий.

Види і розміри шрифтів повинні бути комфортними для перегляду. Інформаційні блоки, графічні матеріали та інші елементи web-сторінок повинні мати зручне і логічне розташування. Шаблон майбутнього програмного продукту зображено на рисунку А.1

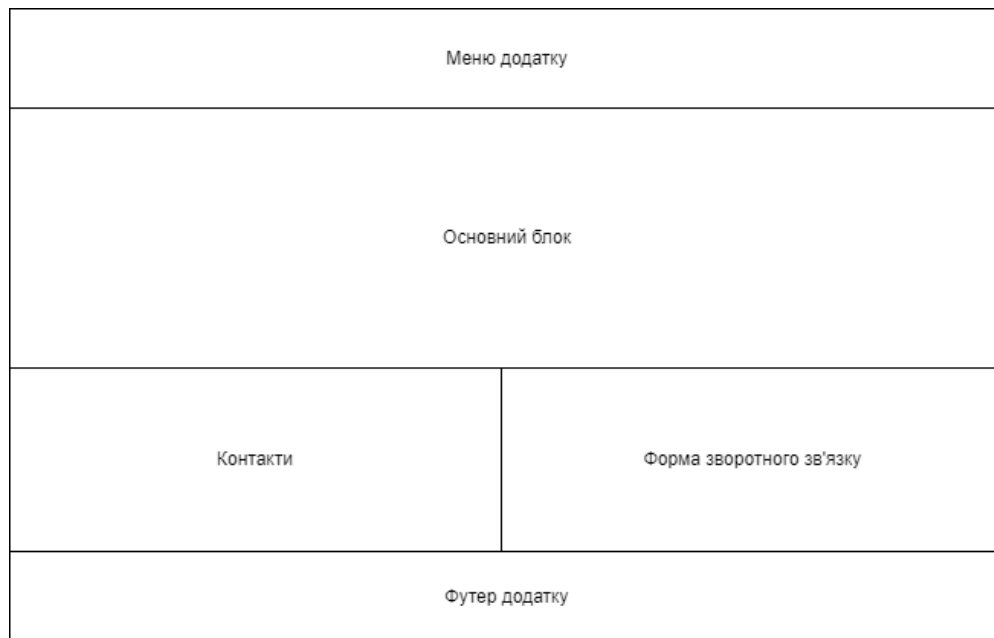


Рисунок А.1 – Схема головної сторінки

2.2.5 Система навігації

Карта web-додатку зображена на рисунку А.2.

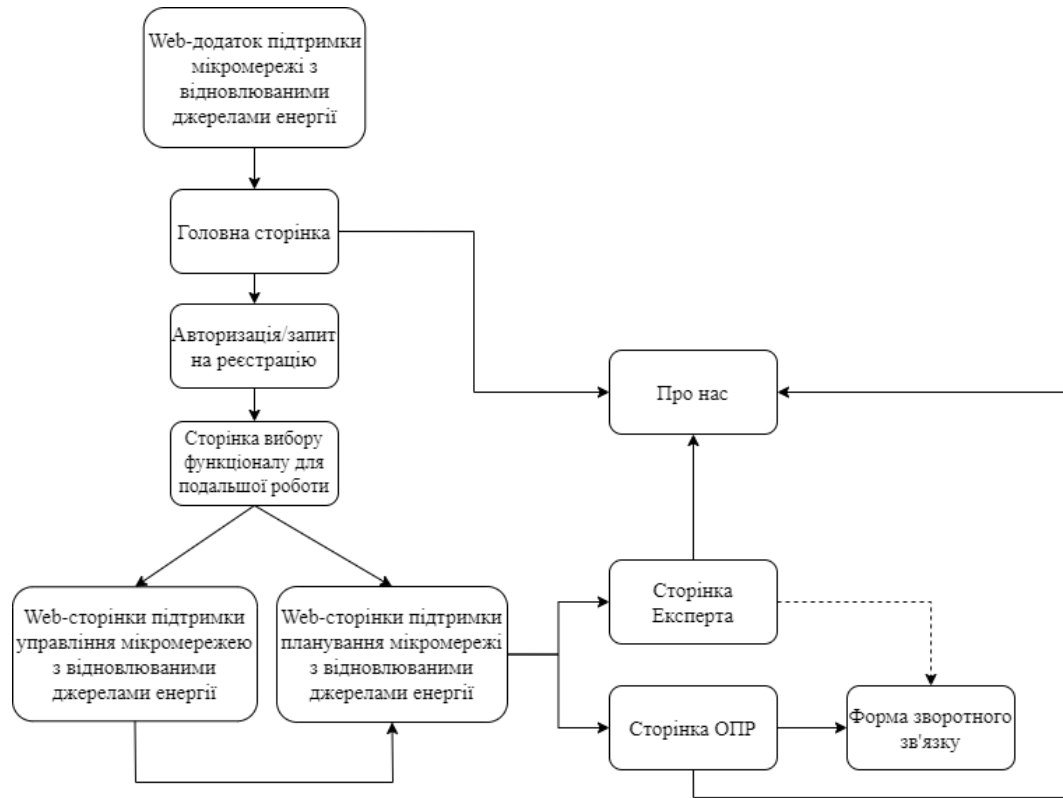


Рисунок А.2 – Система навігації

2.3 Вимоги до видів забезпечення

2.3.1 Вимоги до лінгвістичного забезпечення

Весь текст у web-додатку має бути виконаний українською мовою.

2.3.2 Вимоги до програмного забезпечення

Мінімальні вимоги до програмного забезпечення:

- операційна система: Microsoft Windows XP або вище;
- браузер: Браузер Microsoft Internet Explorer 6.x або вище, Mozilla Firefox 3.0 або вище, Google Chrome 3.0.195 або вище;
- MySQL Server 5.6 або вище;

- додаково: доступ до мережі Інтернет.

Мінімальні вимоги до технічного обладнання:

- Pentium D хв. 2,66 ГГц - рекомендується 3,4 / 3,6 ГГц;
- RAM min. 128 Мб, рекомендується 256 Мб.

2.4 Вимоги до функціонування системи

2.4.1 Потреби користувача

Потреби користувача, визначені на основі рішення замовника, представлені у таблиці А.1.

Таблиця А.1 – Потреби користувача

ID	Потреби користувача	Джерело
UN-01	Перегляд основної інформації	ОПР, експерт, відвідувач
UN-02	Розрахунок оптимальної конфігурації компонентів ГЕСВДЕ	ОПР
UN-03	Керування розподілом ваг критеріїв	Експерт
UN-04	Можливість збереження даних для входу	ОПР, експерт
UN-05	Авторизація / Реєстрація	ОПР, експерт

2.4.2 Системні вимоги

Враховуючи вимоги замовника та потреби користувачів було визначено наступні вимоги:

- можливість реєстрації та авторизації користувачів;
- наявність сторінки з основною інформацією про додаток;
- підбір оптимальної конфігурації компонентів ГЕСВДЕ;
- наявність панелі експерта для розподілу ваг критеріїв та оцінки діапазону зміни лінгвістичних змінних.

3 Склад і зміст робіт зі створення web-додатку підтримки планування мікромережі з відновлюваними джерелами енергії

Детальний опис етапів створення web-додатку наведено в таблиці А.2.

Повний список робіт проекту наведено в таблиці А.3.

Таблиця А.2 – Етапи створення web-додатку

№	Склад і зміст робіт	Строк розробки
1	Дослідження предметної області	10 днів
2	Розробка шаблону web-додатку	7 днів
3	Задання верстки сторінок web-додатку	10 днів
4	Розробка модулів додатку	20 днів
5	Наповнення контентом web-додатку	4 дні
6	Тестування	4 дні
7	Розміщення на хостингу	1 день
8	Перевірка працездатності	2 дні
9	Написання супровідної документації	2 дні
10	Реліз web-додатку	1 день
	Загальна тривалість робіт	61 день

Таблиця А.3 – Повний список робіт проекту

1	<i>Розробка web-додатку для підтримки планування мікромережі з відновлюваними джерелами енергії</i>	61 день
1.1	Дослідження предметної області	10 днів
1.1.1	Аналіз предметної області	7 днів
1.1.2	Вибір програмного забезпечення	3 дні

Продовження таблиці А.3

1.2	Розробка макету web-додатку	7 днів
1.3	Задання верстки сторінок web-додатку	10 днів
1.3.1	Верстка Головної сторінки та Авторизації	3 дні
1.3.2	Верстка сторінки ОПР	3 дні
1.3.3	Верстка сторінки Експерта	2 дні
1.3.4	Верстка адміністративної панелі	2 дні
1.4	Розробка програмних модулів	20 днів
1.4.1	Розробка модулю реєстрації/авторизації	5 днів
1.4.2	Розробка модулю ОПР	7 днів
1.4.3	Розробка модулю Експерта	4 дні
1.4.4	Розробка модулю адміністративної панелі	4 дні
1.5	Наповнення контентом web-додатку	4 дні
1.6	Тестування	4 дні
1.7	Розміщення на хостингу	1 день
1.8	Перевірка працездатності	2 дні
1.8.1	Перевірка працездатності програмних модулів	1 день
1.8.2	Перевірка адаптивності для різних засобів	1 день
1.9	Написання супровідної документації	2 дні
1.10	Реліз web-додатку	1 день

4 Вимоги до складу й змісту робіт із введення web-додатку в експлуатацію

Web-додаток має бути затверджено та розміщено на web-хостингу.

ДОДАТОК Б

Планування робіт

SMART-метод деталізації мети проекту. SMART – метод постановки цілей. Фреймворк SMART дозволяє на етапі цілепокладання сформулювати конкретну і вимірну мету, визначити терміни та необхідні ресурси для її досягнення.

SMART-мета має бути:

- Specific – конкретною;
- Measurable – вимірною;
- Achievable – досяжною;
- Relevant – значимою;
- Time bound – обмеженою в часі.

Результати деталізації мети методом SMART наведено в таблиці 2.1.

Таблиця Б.1 – Деталізація мети методом SMART

Specific	Розробка web-додатку підтримки планування мікромережі з відновлюваними джерелами енергії.
Measurable	Підібрана оптимальна конфігурація компонентів ГЕСВДЕ.
Achievable	Мета досяжна, є затверджене технічне завдання та необхідні програмні засоби.
Relevant	Від переходу до використання відновлюваних джерел енергії залежить стан екології в Україні.
Time-framed	Наявне обмеження в часі: має бути завершено до попередніх захистів дипломних проектів.

Планування змісту структури робіт. WBS-структура проекту – ієрархічна структура, яка застосовується для представлення всіх робіт проекту у графічному вигляді. На першому рівні структури визначається кінцевий продукт проекту, на кожному наступному відбувається розбиття основних дій для досягнення мети проекту.

На рисунку Б.1 представлено WBS з розробки web-додатку підтримки планування мікромережі з відновлюваними джерелами енергії.

Планування структури організації. OBS-структура проекту – організаційна структура, що представляє всіх виконавців проекту. Базується на переліці робіт нижнього рівня з WBS-структури. Дана структура зіставляє певний вид робіт з його відповідальним.

На рисунку Б.2 представлено організаційну структуру планування проекту. Список виконавців, що функціонують в проекті описано в таблиці Б.2.

Таблиця Б.2 – Виконавці проекту

Роль	Ім'я	Проектна роль
Розробник	Жовтобрюх А.С.	Виконує front-end та back-end розробку.
Тестувальники	Жовтобрюх А.С., Молчанов Д.А.	Відповідає за тестування функціоналу та дизайну web-додатку.
Керівник проекту	Шендрик В.В.	Формує завдання на розробку проекту.
Менеджер проекту	Жовтобрюх А.С.	Відповідає за виконання термінів, розподіл ресурсів та завдань між учасниками. Виконує збір та аналіз даних.

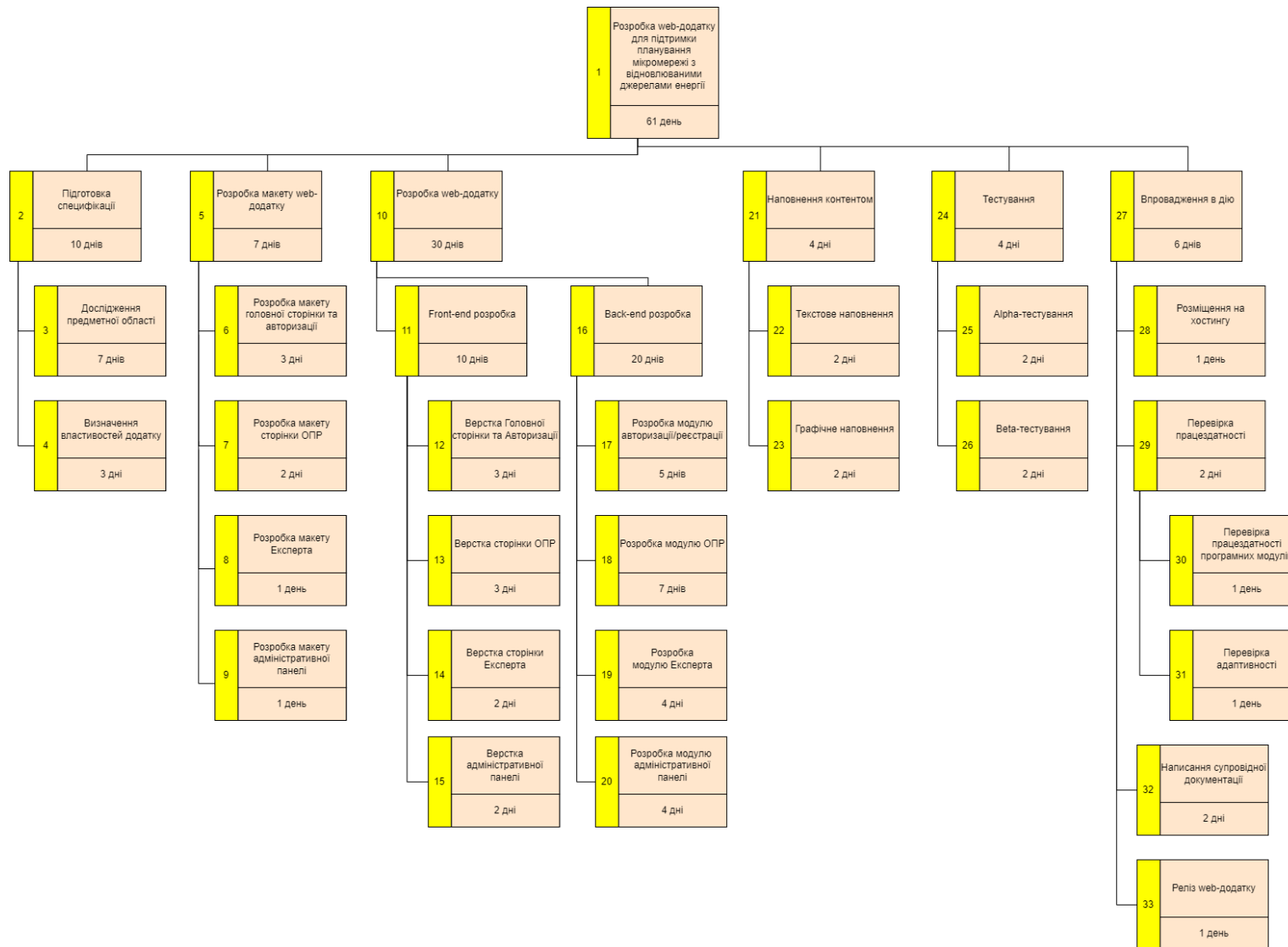


Рисунок Б.1 – WBS-структура проекту

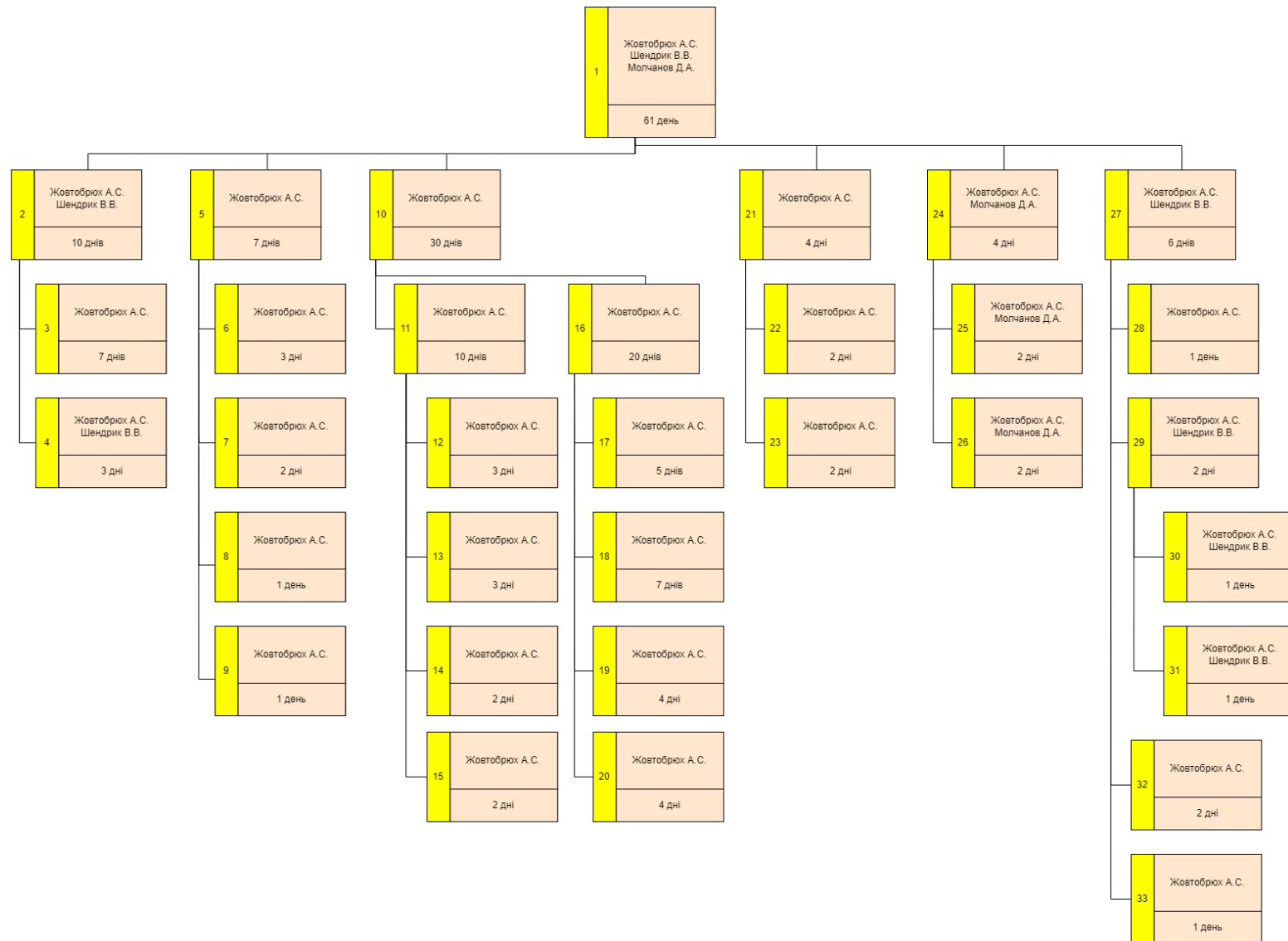


Рисунок Б.2 – OBS-структура проекту

Діаграма Ганта. Діаграма Ганта – лінійна горизонтальна діаграма, яка представляє задачі проекту згідно з їх тривалістю у часі. Задачі та підзадачі проекту розміщені по вертикалі, а часові проміжки – по горизонталі. Кожне завдання представляється у вигляді окремого відрізка.

На рисунках Б.3 – Б.5 представлено діаграму Ганта розроблюваного проекту.

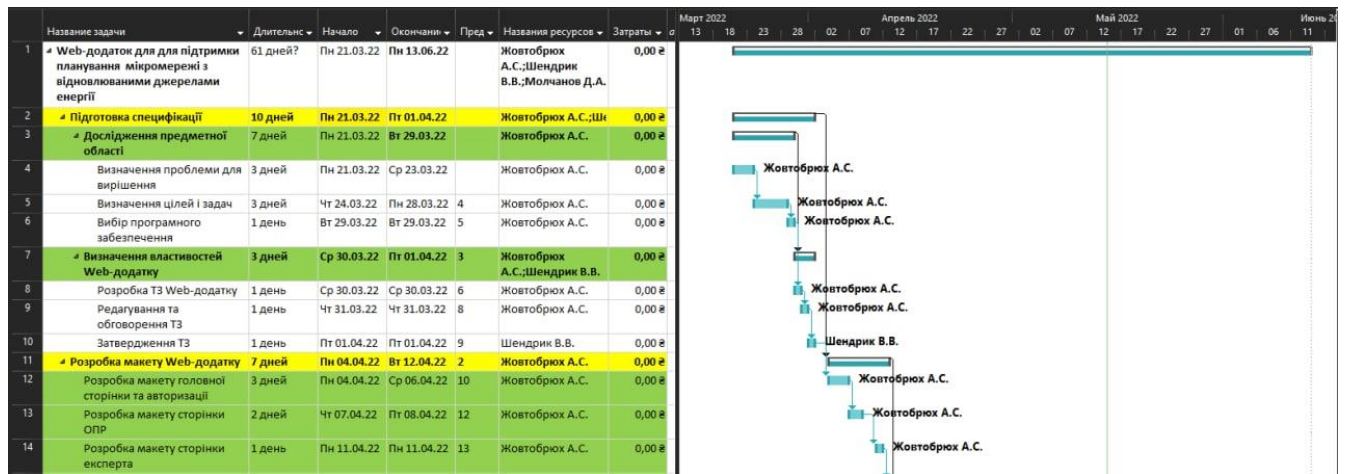


Рисунок Б.3 – Діаграма Ганта проекту

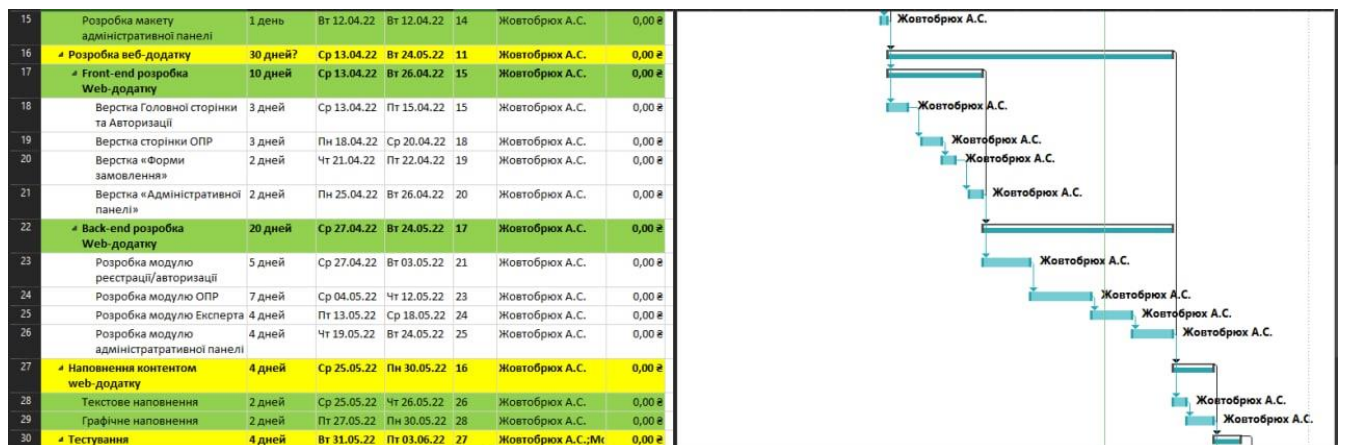


Рисунок Б.4 – Продовження діаграми Ганта проекту

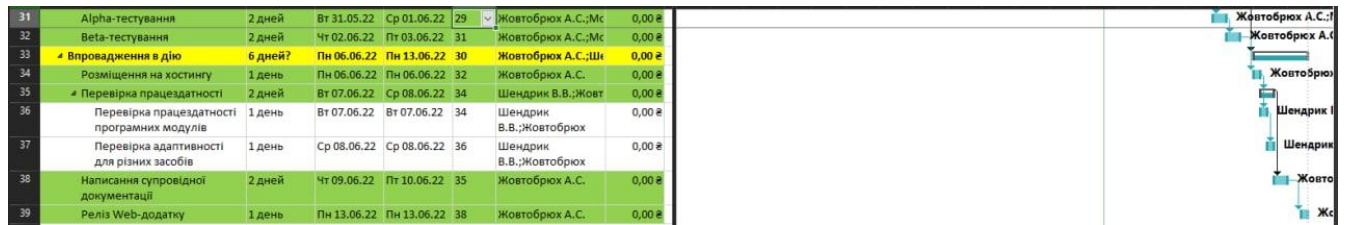


Рисунок Б.5 – Кінець діаграми Ганта проекту

Планування ризиків проекту. Управління ризиками – це процес реагування на зміни ризиків під час виконання проекту з обов’язковим проведенням їх моніторингу протягом всього життєвого циклу проекту. Під час розробки будь-якого проекту необхідно передбачити всі можливі ризики та забезпечити необхідні заходи для їх уникнення або зменшення.

У таблиці Б.3 представлено шкалу для класифікації ризиків за величиною впливу на проект та ймовірністю виникнення.

Таблиця Б.3 – Шкала оцінювання ризиків за ймовірністю виникнення та величиною впливу

Оцінка	Ймовірність виникнення	Вплив ризику	Тип ризику
1	Низька	Низький	Прийнятний
2	Середня	Середній	Виправданий
3	Висока	Високий	Недопустимий

Визначені ризики для проекту наведено в таблиці Б.4. У результаті планування реагування було отримано матрицю ймовірності виникнення ризиків та їх впливу, що наведена у таблиці Б.5. Зеленим кольором на матриці позначені прийнятні ризики, жовтим – виправдані, а червоним – недопустимі.

Таблиця Б.4 – Оцінка ймовірності виникнення, величини витрат та індексу ризику

№	Назва ризику	Ймовірність (0,1 – 0,9)	Вплив (0,05-0,8)	Ранг
1	Часта зміна вимог ТЗ	0,5	0,8	0,4
2	Відмова від розробки замовником	0,1	0,8	0,08
3	Проблеми з підключенням до Інтернету	0,1	0,2	0,02
4	Збій у роботі програмного забезпечення для розробки	0,3	0,2	0,06
5	Хвороба учасника проекту	0,1	0,4	0,04
6	Недостатня кваліфікація робітника	0,3	0,4	0,12
7	Збій у роботі техніки розробника	0,3	0,4	0,12
8	Втрата даних	0,3	0,4	0,12
9	Неправильний розподіл часу	0,5	0,8	0,4
10	Неправильно обрана технологія розробки	0,3	0,4	0,12

Таблиця Б.5 – Матриця впливу ризиків

Ймовірність	Вплив загрози (ризик)				
	Дуже малий 0,05	Малий 0,1	Середній 0,2	Великий 0,4	Дуже великий 0,8
0,9					
0,7					
0,5					R1(0.4), R9(0.4)

Продовження таблиці Б.5

Ймовірність	Вплив загрози (ризiku)				
	Дуже малий 0,05	Малий 0,1	Середній 0,2	Великий 0,4	Дуже великий 0,8
0,3				R4(0.12), R6(0.12), R8(0.12), R10(0.12), R7(0.12)	
0,1			R3(0.02)	R5(0.04)	R2(0.08)

У таблиці Б.6 наведено класифікацію ризиків за рівнем значення індексу. У таблиці Б.7 описано ризики та їх стратегії реагування.

Таблиця Б.6 – Шкала оцінювання за рівнем ризику

№	Назва	Межі	Ризики, які входять (номера)
1	Прийнятні	$0,005 \leq R \leq 0,05$	3, 5
2	Виправдані	$0,05 < R \leq 0,14$	4, 6, 7, 8, 10
3	Недопустимі	$0,14 < R \leq 0,72$	1, 2, 9

Таблиця Б.7 – Ризики та стратегії реагування

ID	Статус ризику	Опис	Ймовірність	Вплив	Ранг	План А	Тип стратегії реагування	План Б
1	Відкритий	Часта зміна вимог ТЗ	Середній	Дуже високій	3	Обговорити усі питання на початку проекту	Ухилення	Зміни параметрів проекту після кожної правки
2	Відкритий	Відмова від розробки замовником	Дуже низький	Дуже високій	3	-	-	Спробувати запропонувати замовнику інший формат проекту
3	Відкритий	Проблеми з підключенням до Інтернету	Дуже низький	Середній	1	Залучити спеціаліста для усунення збоїв	Зменшення	Знайти іншого постачальника Інтернету
4	Відкритий	Збій у роботі програмного забезпечення для розробки	Низький	Високій	2	Залучити спеціаліста для усунення збоїв	Зменшення	Обрати інше програмне забезпечення
5	Відкритий	Хвороба учасника проекту	Дуже низький	Середній	1	-	-	Залучити до виконання роботи іншого співробітника
6	Відкритий	Недостатня кваліфікація робітника	Низький	Високій	2	Курси підвищення кваліфікації для робітників	Ухилення	-

Продовження таблиці Б.7

ID	Статус ризику	Опис	Ймовірність	Вплив	Ранг	План А	Тип стратегії реагування	План Б
7	Відкритий	Збій у роботі техніки розробника	Низький	Високим	2	-	-	Замінити обладнання, залучити спеціаліста для усунення збоїв.
8	Відкритий	Втрата даних	Низький	Високим	2	Збільшити кількість носіїв інформації, створити резервну копію даних	Зменшення	Запросити новий пакет даних
9	Відкритий	Неправильний розподіл часу	Середній	Дуже високим	3	Створити календарний план та чітко слідувати йому	Зменшення	Переоцінка тривалості виконання кожної роботи, внесення правок в календарний план

ДОДАТОК В

Лістинг програми

Даний додаток містить лістинги усіх програмних модулів web-додатку.

Файл authorization.php:

```

<?php
    session_start();
    require_once "module/connect.php";
?>
<!DOCTYPE html>
<html lang="uk">
<head>
    <meta charset="UTF-8">
    <link rel="stylesheet" href="assets/css/style.css">
    <link rel="shortcut icon" href="assets/image/logo/sumdu.png" type="image/png">
    <script src="assets/js/main.js"></script>
    <script src="https://code.iconify.design/1/1.0.6/iconify.min.js"></script>
    <link rel="preconnect" href="https://fonts.googleapis.com">
    <link rel="preconnect" href="https://fonts.gstatic.com" crossorigin>
    <link
href="https://fonts.googleapis.com/css2?family=Open+Sans:wght@400;700&family=Roboto:wght@3
00;400;700&display=swap" rel="stylesheet">
    <meta http-equiv="X-UA-Compatible" content="IE=edge">
    <meta name="viewport" content="width=device-width, initial-scale=1.0">
    <title>Авторизація</title>
</head>
<body>
    <div class="authorization">
        <div id="alert" class="alert" style="display:none;">
            <span
onclick="this.parentElement.style.display='none';">&times;</span>
            <p id="message_send"></p>
        </div>

        <form>
            
            <div class="heading">Авторизація</div>
            <input type="text" placeholder="Логін" name="login" id="login" onkeydown = "if
(event.keyCode == 13)
                document.getElementById('send').click()" required>

            <div class="password">
                <input type="password" placeholder="Пароль" name="password" id="password"
onkeydown = "if (event.keyCode == 13)

```

```

        document.getElementById('send').click()" required>
        <a href="#" class="password-control" onclick="return
show_hide_password(this);"></a>
    </div>

        <button type="button" id="send" class="fill-bth"
onclick="authorizeUser()">Увійти</button>
        <a href="registration.php">Зареєструватися</a>
    </form>
</div>

<script>
function authorizeUser() {
    var login = document.getElementById("login").value;
    var password = document.getElementById("password").value;

    var request = new XMLHttpRequest(); // XMLHttpRequest object && request.status

    request.onreadystatechange = function() {
        var response = request.responseText;

        if(response == '4') {
            document.getElementById('alert').style.backgroundColor = "#148810";
            showMessage("Авторизація успішна!");
            setTimeout(() => { document.location.href = '../main.php'; }, 1000);
        }
        else {
            showMessage(response);
        }
    }

    var the_data = "login="+login+"&password="+password;
    request.open("POST", "module/signin.php", true);

    request.setRequestHeader("Content-type", "application/x-www-form-urlencoded");
    request.send(the_data);
}

function showMessage(messageText) {
    document.getElementById("alert").style.display = "block";
    document.getElementById("message_send").innerText = messageText;
}
</script>
</body>
</html>

```

== 200

Файл singin.php:

```
<?php
    session_start();
    require "connect.php";
    if (!empty($_POST['password']) && !empty($_POST['login'])) {
        $login = $_POST['login'];
        $password = $_POST['password'];

        $query = "SELECT * FROM `users` WHERE `login` = '$login'";
        $result = mysqli_query($connection, $query);

        $user = mysqli_fetch_assoc($result);

        if (!empty($user)) {
            if ($password == $user['password']) {
                $_SESSION['user_id'] = $user['id_user'];
                $_SESSION['user_role'] = $user['role'];
                echo("4");
            }
            else {
                echo("Неправильний логін або пароль!");
                mysqli_close($connection);
                exit();
            }
        }
        else {
            echo("Введений логін не існує!");
            mysqli_close($connection);
            exit();
        }
    }
    else {
        echo("Будь ласка, заповніть всі поля.");
        exit();
    }
?>
```

Файл logout.php:

```
<?php
    session_start();
    unset($_SESSION['user_id']);
    session_destroy();
    header('Location: ../authorization.php');
?>
```


Файл connect.php:

```

<?php
    $mysqli = new mysqli('127.0.0.1', 'root', '', 'diploma');

    if (mysqli_connect_errno()) {
        printf("Connect failed: %s\n", mysqli_connect_error());
        exit();
    }

    $connection = mysqli_connect('127.0.0.1', 'root', '', 'diploma');
?>

```

Файл oprPage.php:

```

<?php
    session_start();
    if($_SESSION['user_id']) {
?>
<!DOCTYPE html>
<html lang="en">
<head>
    <meta charset="UTF-8">
    <meta http-equiv="X-UA-Compatible" content="IE=edge">
    <meta name="viewport" content="width=device-width, initial-scale=1.0">
    <link rel="shortcut icon" href="assets/image/logo/sumdu.png" type="image/png">
    <title>Сторінка користувача</title>

    <link rel="stylesheet" href="assets/css/style.css">
    <link rel="stylesheet" media="screen and (max-width: 900px)"
href="assets/css/smallscreen.css">

    <script src="https://polyfill.io/v3/polyfill.min.js?features=default"></script>
    <script src="http://ajax.googleapis.com/ajax/libs/jquery/1.9.1/jquery.min.js"></script>
    <script src="assets/js/main.js"></script>

    <script src="https://unpkg.com/jsts@2.3.0/dist/jsts.min.js"></script>
    <script src="https://cdnjs.cloudflare.com/ajax/libs/core-js/3.18.3/minified.js"></script>
</head>

<body>
    <div class="header_menu" id="header_menu">
        <a href="javascript:void(0);" onclick="myFunction()" class="dropbtn"></a>
        <a href="index.php" class="logo"></a>

    <div class="nav_menu" id="#nav_menu">
        <a href="resultPage.php" class="config">Конфігурації</a>
        <a href="about.php" class="about">Про нас</a>

```

```

    <a href="#" class="logout" onclick="openModal('logout')">Вийти</a>
  </div>
</div>

<div class="modal" id="modal">
  <div class="modal_container">
    <div class="heading">Інструкція заповнення даних</div>
    <p>Для того, щоб додати дані про вашу майбутню мережу, будь ласка, виконайте наступні кроки:<br>
    1. Внесіть дані про електроспоживання, бажану відстань до вітрогенераторів, площу монтажу сонячних панелей та ідентифікатор ділянки.<br>
    2. Вкажіть на карті мітку  місцезнаходження будинку та виділіть за допомогою інструмента  бажану ділянку. Виділену ділянку можна редагувати або видалити кнопкою "Видалити виділення".<br>
    3. Підтвердіть вибір ділянки натисканням кнопки "Обчислити площу".<br>
    4. Збережіть інформацію натисканням кнопки "Зберегти дані".</p>
    <button class="modal_close" onclick="closeModal('modal')"></button>
  </div>
</div>

<div class="modal" id="logout">
  <div class="modal_container">
    <div class="heading">Дійсно бажаєте вийти з системи?</div>
    <button class="fill-bth" onclick="logout()">Вийти</button>
    <button class="modal_close" onclick="closeModal('logout')"></button>
  </div>
</div>

<div class="container">
  <div id="alert" class="alert" style="display:none;">
    <span class="closebtn"
onclick="this.parentElement.style.display='none';">&times;</span>
    <p id="message_send"></p>
  </div>

  <div class="header">
    <div class="logos">
      
      
    </div>

    <a href="index.php" class="logo"></a>

    <div class="nav">
      <a href="resultPage.php" class="config">Конфігурації</a>

```

```

    <a href="about.php" class="about">Про нас</a>
    <a href="#" class="logout" onclick="openModal('logout')">Вийти</a>
  </div>
</div>

<div class="main">
  <div class="main_header">
    <div class="heading">Параметри створюваної мережі</div>
    <a href="#" onclick="openModal('modal')">Інструкція</a>
  </div>

  <div class="user_info">
    <form autocomplete="off">
      <table>
        <tr>
          <td>
            <label for="electricity">Добове споживання електроенергії, кВт</label>
            <input type="number" step="0.01" id="electricity" name="electricity"
autocomplete="off" required>
          </td>
          <td>
            <label for="distance">Відстань вітрогенератора від дому, м</label>
            <input type="number" id="distance" name="distance" autocomplete="off"
required>
          </td>
        </tr>
        <tr>
          <td>
            <label for="pv_area">Площа монтажу сонячних панелей,
м<sup>2</sup></label>
            <input type="number" step="0.01" id="pv_area" name="pv_area"
autocomplete="off" required>
          </td>
          <td>
            <label for="polygon_name">Ідентифікатор ділянки</label>
            <input type="text" id="polygon_name" name="polygon_name"
autocomplete="off" required>
          </td>
        </tr>
      </table>

    </form>
  </div>

  <div class="operation_buttons" style="padding: 30px 310px;">
    <button id="delete-button" class="empty-bth">Видалити виділення</button>

    <div class="operation">
      <button id="area-button" class="fill-bth">Обчислити площу</button>
    </div>
  </div>

```

```

        <button class="fill-bth" id="send" onclick="ajaxrequest()">Зберегти
дані</button>
    </div>
</div>

<div class="map_holder">
    <div id="googleMap" class="googleMap"></div>
</div>

</div>
<footer class="footer-index">
    <div class="block1">
    <div class="menu">
        <a href="index.php" class="logo"></a>
        <div class="list">
            <a href="about.php">Про нас</a>
        </div>
    </div>
</div>

<div class="heading">
    Контакти
</div>
<div class="contacts">
    <a class="contacts-list" href="#">
        
        <span>+38 0542 687 854</span>
    </a>
    <a class="contacts-list" href="#">
        
        <span>opm@sumdu.edu.ua</span>
    </a>
    <a class="contacts-list" href="#">
        
        <span>Сумський державний університет, вул. Римського-Корсакова 2</span>
    </a>
</div>

<div class="sumdu">
    
    
</div>

</div>

<div class="block2">
    <div class="heading">Форма зворотного зв'язку</div>

    <form action="index.php">
        <input type="text" placeholder="Ваше ім'я" required>

```

```

        <input type="email" placeholder="Пошта" required>
        <textarea placeholder="Повідомлення"></textarea>
        <button class="fill-bth">Надіслати</button>
    </form>
</div>
</footer>

<div class="fotter-menu">
    <p>© 2021 Сумський державний університет. Усі права захищені</p>
</div>
</div>

<?php
}
else {
    header('Location: authorization.php');
}
?>

<script>
//Modal functions
function openModal(modal) {
    document.getElementById(modal).style.display = "block";
    document.body.style.overflow = "hidden";
    location.href = "#modal_result";
}

function closeModal(modal) {
    document.getElementById(modal).style.display = "none";
    document.body.style.overflow = "visible";
}

function logout() {
    document.location.href = 'module/logout.php';
}

function myFunction() {
    var x = document.getElementById("nav_phone");
    if (x.style.display === "block") {
        x.style.display = "none";
    } else {
        x.style.display = "block";
    }
}

//All variables
var polygonArray = [];
var shapeSelected, marker, map;
var area = 0, house_lat = 0.0, house_lng = 0.0;

```

```
var polygon_name = "";

var indexMax, distanceOk;
var distanceArray, differenceArray = [];
var wp_lat, wp_lng;

//Main map function
function myMap() {

    //Create starting marker point
    var myLatLng = {
        lat: 50.450001,
        lng: 30.523333
    };

    //Initialize map
    map = new google.maps.Map(document.getElementById("googleMap"), {
        zoom: 6,
        center: myLatLng
    });

    //Initialize marker
    marker = new google.maps.Marker({
        position: myLatLng,
        map: map,
        draggable: true,
        animation:google.maps.Animation.DROP
    });

    //Marker listeners
    google.maps.event.addListener(marker, 'position_changed', function() {
        console.log(this.getPosition().lat(), this.getPosition().lng());
    });

    google.maps.event.addListener(map, 'click', function(event) {
        placeMarker(event.latLng);
    });

    //Drawing polygon tool
    var drawingManager = new google.maps.drawing.DrawingManager({
        drawingControl: true,
        drawingControlOptions: {
            position: google.maps.ControlPosition.TOP_CENTER,
            drawingModes: [
                google.maps.drawing.OverlayType.POLYGON,
            ],
        }
    });
};
```

```

on it // Add an event listener that selects the newly-drawn shape when the user mouses down
google.maps.event.addListener(drawingManager, 'overlaycomplete', function(e) {
    drawingManager.setDrawingMode(null);

    var newShape = e.overlay;
    newShape.type = e.type;

    google.maps.event.addListener(newShape, 'click', function() {
        setSelection(newShape);
    });
    setSelection(newShape);
});

//Event listeners
clearSelection);
google.maps.event.addListener(drawingManager, 'drawingmode_changed',
google.maps.event.addListener(map, 'click', clearSelection);
google.maps.event.addDomListener(document.getElementById('delete-button'), 'click',
deleteSelectedShape);
google.maps.event.addDomListener(document.getElementById('area-button'), 'click',
computePolyArea);

    drawingManager.setMap(map);
}

//Set marker position
function placeMarker(location) {
    marker.setPosition(location);
}

//Clear polygon selection
function clearSelection() {
    if (shapeSelected) {
        shapeSelected.setEditable(false);
        shapeSelected = null;
    }
}

//Create polygonArray with polygon coordinates
function setSelection(shape) {
    clearSelection();

    shapeSelected = shape;
    shape.setEditable(true);
}

//Delete selected polygon
function deleteSelectedShape() {

```

```

    if (shapeSelected) {
        shapeSelected.setMap(null);
        clearSelection();
        area = 0;
    }
}

//Calculate polygon area
function computePolyArea() {
    if(shapeSelected) {
        var v = shapeSelected.getPath();
        for (var i=0; i < v.getLength(); i++) {
            var xy = v.getAt(i);
            polygonArray.push(xy.lat().toFixed(6), xy.lng().toFixed(6));
        }
        area = google.maps.geometry.spherical.computeArea(shapeSelected.getPath());
        showMessage("Площа обраної ділянки - " + area.toFixed(2) + " м2 (" + (area /
1000000).toFixed(2) + " км2)", "#4958cb");
    }
    else {
        showMessage("Схоже, у нас немає даних про ділянку...", "#4958cb");
    }
}

//Find farthest point of polygon from the house point
function findFarthestN(pt) {
    var farthest = [];
    distanceArray = [];

    for (var i = 0; i < shapeSelected.getPath().getLength(); i++) {
        distanceArray[i] =
google.maps.geometry.spherical.computeDistanceBetween(pt.getPosition(),
shapeSelected.getPath().getAt(i));
        farthest.push(distanceArray[i]);
    }
    farthest.sort(function(a, b) {
        return a - b;
    });
    farthest.reverse();
    indexMax = distanceArray.indexOf(farthest[0]);
}

//Get array of circle coordinates
function circlePath(circle) {
    var numPts = 64;
    var path = [];
    for (var i = 0; i < numPts; i++) {
        path.push(google.maps.geometry.spherical.computeOffset(circle.getCenter(),
circle.getRadius(), i * 360 / numPts));
    }
}

```



```

    }
    path[63] = path[0];
    return path;
}

//Get array of polygon coordinates
function polygonPath(polygon) {
    var path = [];
    var amount = polygon.getPath().getLength();

    for (var i = 0; i < amount; i++) {
        path.push(new google.maps.LatLng(polygon.getPath().getAt(i).lat(),
polygon.getPath().getAt(i).lng()));
    }
    path[amount] = path[0];

    return path;
}

//Convert data to JTS
var googleMaps2JTS = function(boundaries) {
    var coordinates = [];
    for (var i = 0; i < boundaries.getLength(); i++) {
        coordinates.push(new jsts.geom.Coordinate(
            boundaries.getAt(i).lat(), boundaries.getAt(i).lng()));
    }
    return coordinates;
};

//Convert data to Google Maps
var jsts2googleMaps = function (boundaries) {
    var coordinatesdArray = boundaries.getCoordinates();
    GMcoords = [];
    for (var i = 0; i < coordinatesdArray.length; i++) {
        GMcoords.push(new google.maps.LatLng(coordinatesdArray[i].x,
coordinatesdArray[i].y));
    }
    return GMcoords;
}

//Calculate a possible polygon to add WP and get its coordinates
function computeDistance(distance, marker) {
    findFarthestN(marker);

    if(distance < distanceArray[indexMax]) {

        distanceOk = true;

        //Create circle with radius = distance between house and WP

```

```

var circle = new google.maps.Circle({
    center: marker.getPosition(),
    radius: distance,
});

//JST object
var geometryFactory = new jsts.geom.GeometryFactory();

//New polygon with circle path
var polygonCircle = new google.maps.Polygon({
    paths: [circlePath(circle)],
});
var trito = polygonCircle.getPath();
var tritoCoor = googleMaps2JTS(trito);
var shell = geometryFactory.createLinearRing(tritoCoor);

//New polygon with proper path
var polygonPoly = new google.maps.Polygon({
    paths: [polygonPath(shapeSelected)],
});
var trito2 = polygonPoly.getPath();
var tritoCoor2 = googleMaps2JTS(trito2);
var shell2 = geometryFactory.createLinearRing(tritoCoor2);

var jstsPolygon = geometryFactory.createPolygon(shell);
var jstsPolygon2 = geometryFactory.createPolygon(shell2);
var difference = jstsPolygon2.difference(jstsPolygon);
var differenceGMArray = jsts2googleMaps(difference);

//Difference polygon to place WP
var polygonDifference = new google.maps.Polygon({
    paths: differenceGMArray,
});

//WP point
var polyCenter = new google.maps.Marker({
    position: getPoint(differenceGMArray),
});

var v = polygonDifference.getPath();
for (var i=0; i < v.getLength(); i++) {
    var xy = v.getAt(i);
    differenceArray.push(xy.lat().toFixed(6), xy.lng().toFixed(6));
}

wp_lat = polyCenter.getPosition().lat();
wp_lng = polyCenter.getPosition().lng();
}

```

```

else {
    distanceOk = false;
    showMessage("Відстань до вітрогенератора більша, ніж до ділянки.");
}
}

//Get a center of polygon
function getPoint(array) {
    var boundaries = new google.maps.LatLngBounds();
    var i;

    for (i = 0; i < array.length; i++) {
        boundaries.extend(array[i]);
    }
    return boundaries.getCenter();
}

function getPVAngle() {
    return (marker.getPosition().lat().toFixed(6) * 0.76 + 3.1);
}

//Shows user messages
function showMessage(messageText, color) {
    document.getElementById("alert").style.display = "block";
    document.getElementById("message_send").innerText = messageText;
    document.getElementById('alert').style.backgroundColor = color;
}

//Ajax request to php server
function ajaxrequest() {

    var electricity = document.getElementById("electricity").value;
    var distance = document.getElementById("distance").value;
    var pv_area = document.getElementById("pv_area").value;
    var polygon_name = document.getElementById("polygon_name").value;

    if(electricity != "" &&
        distance != "" &&
        pv_area != "" &&
        polygon_name != "") {

        if(electricity > 0 &&
            distance > 0 &&
            pv_area > 0) {

            house_lat = marker.getPosition().lat().toFixed(6);
            house_lng = marker.getPosition().lng().toFixed(6);

            if (area != 0 &&

```

```

house_lat != 0 &&
house_lng != 0) {

computeDistance(parseInt(distance), marker);
var pv_angle = getPVAngle();

if(distanceOk) {

    var request = new XMLHttpRequest();

    request.onreadystatechange = function() {

        if(request.responseText == 4) {
            showMessage("Дані успішно збережено!", "#148810");
            setTimeout(() => { document.location.href = 'resultPage.php'; }, 1000);
        }
        else {
            showMessage(request.responseText);
        }
    }

    var the_data
    ="electricity="+electricity+"&distance="+distance+"&pv_area="+pv_area+
    "&polygon_name="+JSON.stringify(polygon_name)+"&wp_lat="+wp_lat+"&wp_lng="+wp_lng+
    "&place_area="+area+"&house_lat="+house_lat+"&house_lng="+house_lng+"&pv_angle="+pv_angle+
    "&polygonArray="+polygonArray+"&differenceArray="+differenceArray;

    request.open("POST", "module/saveToDB.php", true);

    request.setRequestHeader("Content-type", "application/x-www-form-
urlencoded");
    request.send(the_data);
    }
    }
    else {
        if (polygonArray.length != 0) {
            showMessage("Будь ласка, підтвердіть вибір ділянки, натиснувши
Обчислити площу.", "#fe6161");
        }
        else {
            showMessage("Будь ласка, оберіть ділянку та позначте
місцезнаходження будинку.", "#fe6161");
        }
    }
}
}

```

```

    }
    else {
        showMessage("Введені значення мають бути більші за 0!", "#fe6161");
    }
}
else {
    showMessage("Будь ласка, заповніть всі поля.", "#fe6161");
}
}

//Initialize map
window.initMap = myMap;

</script>

<script
src="https://maps.googleapis.com/maps/api/js?key=AIzaSyBMUHiX5saTH6F_TEq0kgPyfY75Enffc8
g&libraries=drawing,geometry&callback=myMap"></script>
</body>
</html>

```

Файл resultPage.php:

```

<?php
    session_start();
    require "module/connect.php";
    if($_SESSION['user_id']) {
?>
<!DOCTYPE html>
<html lang="en">
<head>
    <meta charset="UTF-8">
    <meta http-equiv="X-UA-Compatible" content="IE=edge">
    <meta name="viewport" content="width=device-width, initial-scale=1.0">
    <link rel="shortcut icon" href="assets/image/logo/sumdu.png" type="image/png">
    <title>Сторінка результатів</title>

    <link rel="stylesheet" href="assets/css/style.css">

    <script src="https://polyfill.io/v3/polyfill.min.js?features=default"></script>
    <script src="http://ajax.googleapis.com/ajax/libs/jquery/1.9.1/jquery.min.js"></script>
    <script src="assets/js/main.js"></script>
</head>

<body onload="disable();">
    <?php
        $user_id = $_SESSION['user_id'];

```

```

$query = "SELECT * FROM `data_opr` JOIN `polygon` USING (`polygon_id`) WHERE
`id_user` = '$user_id'";
$result = mysqli_query($connection, $query);
?>

```

```

<div class="modal" id="logout">
  <div class="modal_container">
    <div class="heading">Дійсно бажаєте вийти з системи?</div>
    <button class="fill-bth" onclick="logout()">Вийти</button>
    <button class="modal_close" onclick="closeModal('logout')"></button>
  </div>
</div>

```

```

<div class="modal" id="result_instruction">
  <div class="modal_container">
    <div class="heading">Відтворення конфігурації</div>
    <p>Після вибору ділянки системою буде представлено розміщення Вашого
будинку (червоний маркер), обраної ділянки,
ділянки, яку можливо застосувати для розміщення вітрогенераторів (зеленим
кольором) та самого вітрогенератора (синій маркер).
Також, біля кожного маркера буде наведено детальну інформацію щодо
елементів системи. Нижче від карти Ви маєте можливість ознайомитись з повною
конфігурацією.
</p>
    <button class="modal_close" onclick="closeModal('result_instruction');
ajaxrequest();"></button>
  </div>
</div>

```

```

<div class="container">
  <div class="header">
    <div class="logos">
      
      
    </div>
    <a href="index.php" class="logo"></a>
  </div>
  <div class="nav">
    <a href="oprPage.php" class="config">Створити мережу</a>
    <a href="about.php" class="about">Про нас</a>
    <a href="#" class="logout" onclick="openModal('logout')">Вийти</a>
  </div>
</div>

```

```

<div class="modal result" id="modal_result">
  <div class="modal_container">
    <form method="POST">

```

```

<div class="selection">
  <?php
    if (mysqli_num_rows($result) > 0) {
      ?>
      <label for="polyName">Оберіть ідентифікатор ділянки: </label>
      <select name="polyName" id="polyName">
        <?php
          while($row = mysqli_fetch_assoc($result)) {
            ?>
            <option value=<?php echo $row['polygon_name'];?>>
              <?php echo json_decode($row['polygon_name']);?>
            </option>

          <?php
            }
            ?>
          </select>
          <button type="button" class="fill-bth" id="send"
onclick="closeModal('modal_result');openModal('result_instruction');">Обрати</button>
          <?php
            }
            else {
              ?>
              <div class="create">
                <div class="heading">У вас поки що немає даних про ділянки</div>
                <a href="oprPage.php" class="config">Створити мережу</a>
              </div>
              <?php
                }
                ?>
              </div>
            </form>
          </div>
        </div>

        <div class="main">

          <button type="button" class="fill-bth" id="choose"
onclick="openModal('modal_result')">Обрати іншу ділянку</button>
          <div class="map_holder result">
            <div id="googleMap"></div>
          </div>

          <div id="blank" style="height:680px"></div>
        </div>

        <div class="result_table" style="width: 100%;
          margin-top:30px;
          display: flex;

```

```

flex-direction: column;
justify-content: center;
align-self: center;
padding: 40px;
background: #003c6a;">
<div class="heading" style="color: #fff;
text-align: center;
margin-bottom: 20px">Інформація про установку</div>
<table class="table" style="color: #fff;
width: 100%;
text-align: center;">

<tr>
<th style="padding: 15px;">Площа ділянки, м<sup>2</sup></th>
<th style="padding: 15px;">Сонячна панель</th>
<th style="padding: 15px;">Кількість панелей</th>
<th style="padding: 15px;">Площа панелей, м<sup>2</sup></th>
<th style="padding: 15px;">Кут нахилу панелей, °</th>
<th style="padding: 15px;">Вітрогенератор</th>
<th style="padding: 15px;">Акумулятори</th>
<th style="padding: 15px;">Кількість акумуляторів</th>
<th style="padding: 15px;">Ціна установки, грн.</th>
</tr>
<tr>
<td><p id="area"></p></td>
<td><p id="pv"></p></td>
<td><p id="pv_n"></p></td>
<td><p id="pv_area"></p></td>
<td><p id="pv_angle"></p></td>
<td><p id="wp"></p></td>
<td><p id="b"></p></td>
<td><p id="b_n"></p></td>
<td><p id="price"></p></td>
</tr>
</table>
</div>

<footer class="footer-index">
<div class="block1">
<div class="menu">
<a href="index.php" class="logo"></a>
<div class="list">
<a href="about.php">Про нас</a>
</div>
</div>

<div class="heading">
Контакти
</div>

```



```

<div class="contacts">
  <a class="contacts-list" href="#">
    
    <span>+38 0542 687 854</span>
  </a>
  <a class="contacts-list" href="#">
    
    <span>opm@sumdu.edu.ua</span>
  </a>
  <a class="contacts-list" href="#">
    
    <span>Сумський державний університет, вул. Римського-Корсакова 2</span>
  </a>
</div>

<div class="sumdu">
  
  
</div>

</div>

<div class="block2">
  <div class="heading">Форма зворотного зв'язку</div>

  <form action="index.php">
    <input type="text" placeholder="Ваше ім'я" required>
    <input type="email" placeholder="Пошта" required>
    <textarea placeholder="Повідомлення"></textarea>
    <button class="fill-bth">Надіслати</button>
  </form>
</div>
</footer>

<div class="fotter-menu">
  <p>© 2021 Сумський державний університет. Усі права захищені</p>
</div>
</div>

<?php
}
else {
  header('Location: authorization.php');
}
?>

<script>

function openModal(modal) {

```

```

document.getElementById(modal).style.display = "block";
document.getElementById('googleMap').style.display = "none";
document.getElementById('blank').style.display = "block";
disable();
}

function closeModal(modal) {
    document.getElementById(modal).style.display = "none";
    document.getElementById('googleMap').style.display = "block";
    document.getElementById('blank').style.display = "none";
    enable();
}

function logout() {
    document.location.href = 'module/logout.php';
}

function disable() {
    document.getElementById('googleMap').style.display = "none";
    location.href = "#modal_result";

    // To get the scroll position of current webpage
    TopScroll = window.pageYOffset || document.documentElement.scrollTop;
    LeftScroll = window.pageXOffset || document.documentElement.scrollLeft;

    // if scroll happens, set it to the previous value
    window.onscroll = function() {
        window.scrollTo(LeftScroll, TopScroll);
    };
}

function enable() {
    window.onscroll = function() {};
}

var userData = [];
var marker;
var polygon;
var polyArray = [];

function myMap() {

    document.getElementById('choose').style.display = "block";
    // Create starting marker point
    var myLatLng = new google.maps.LatLng(userData.house_lat, userData.house_lng);

    var myLatLngWP = new google.maps.LatLng(userData.wp_lat, userData.wp_lng);

    //Initialize map

```

```
var map = new google.maps.Map(document.getElementById("googleMap"), {
    zoom: 10,
    center: myLatLng
});
```

```
//Initialize marker
marker = new google.maps.Marker({
    position: myLatLng,
    map: map,
    draggable: false,
    animation:google.maps.Animation.DROP,
    title: "Інформація про сонячні панелі",
});
```

```
markerWP = new google.maps.Marker({
    position: myLatLngWP,
    draggable: false,
    map: map,
    animation:google.maps.Animation.DROP,
    title: "Інформація про сонячні панелі",
    icon: {
        url: "http://maps.google.com/mapfiles/ms/icons/blue-dot.png"
    }
});
```

```
const contentString =
'<div id="content">' +
'<p>Сонячні панелі</p>'+
'<h4>Назва: '+userData.Element1+'</h4>'+
'<p>Площа: '+parseFloat(userData.Area).toFixed(2)+' м<sup>2</sup></p>'+
'<p>Кут нахилу: '+parseFloat(userData.pv_angle).toFixed(2)+'°</p>'+
'<p>Ціна: '+userData.PV_Price+' грн.</p>'+
'<p>Кількість: '+userData.N_El1+'</p>'+
"</div>";
```

```
const infowindow = new google.maps.InfoWindow({
    content: contentString,
});
```

```
infowindow.open({
    anchor: marker,
    map,
    shouldFocus: false,
});
```

```
const contentStringWP =
'<div id="content">' +
'<p>Вітрогенератор</p>'+
'<h4>Назва: '+userData.Element2+'</h4>'+
```

```

'<p>Ціна: '+userData.WP_Price+' грн.</p>'+
"</div>";

const infowindowWP = new google.maps.InfoWindow({
  content: contentStringWP,
});

infowindowWP.open({
  anchor: markerWP,
  map,
  shouldFocus: false,
});

var startString = userData.points_array_serialized;
var string = startString.split(',');
polyArray = [];

for (var i = 0, n = string.length; i < n; i+=2) {
  polyArray.push({
    "lat": parseFloat(string[i]),
    "lng": parseFloat(string[i+1])
  });
}

polygon = new google.maps.Polygon({
  paths: polyArray,
  strokeColor: "#FF0000",
  strokeOpacity: 0.8,
  strokeWeight: 2,
  fillColor: "#FF0000",
  fillOpacity: 0.35,
});

var startString = userData.possible_area_serialized;
var string = startString.split(',');
differenceGMArray = [];

for (var i = 0, n = string.length; i < n; i+=2) {
  differenceGMArray.push({
    "lat": parseFloat(string[i]),
    "lng": parseFloat(string[i+1])
  });
}

var polygonDifference = new google.maps.Polygon({
  map: map,
  paths: differenceGMArray,
  strokeColor: "#148810",
  strokeOpacity: 0.8,

```

```

        strokeWeight: 2,
        fillColor: "#148810",
        fillOpacity: 0.35,
    });

    polygon.setMap(map);
    polygonDifference.setMap(map);

}

function ajaxrequest() {
    closeModal('modal_result');
    var polygon_name = document.getElementById("polyName").value;

    var request = new XMLHttpRequest();
    request.onload = function() {
        userData = JSON.parse(this.responseText);
        myMap();
        fillTable();
    }
    var the_data = "polygon_name="+JSON.stringify(polygon_name);
    request.open("POST", "module/readFromDB.php", true);
    request.setRequestHeader("Content-type", "application/x-www-form-urlencoded");
    request.send(the_data);
}

function fillTable() {
    document.getElementById("area").innerHTML =
parseFloat(userData.place_area).toFixed(2);
    document.getElementById("pv").innerHTML = userData.Element1;
    document.getElementById("pv_n").innerHTML = userData.N_El1;
    document.getElementById("pv_area").innerHTML =
parseFloat(userData.Area).toFixed(2);
    document.getElementById("pv_angle").innerHTML =
parseFloat(userData.pv_angle).toFixed(2);
    document.getElementById("wp").innerHTML = userData.Element2;
    document.getElementById("b").innerHTML = userData.Element3;
    document.getElementById("b_n").innerHTML = userData.N_El3;
    document.getElementById("price").innerHTML = userData.PV_Price *
userData.N_El1 + userData.WP_Price * userData.N_El2 + userData.B_Price * userData.N_El3;
}
</script>

<script
src="https://maps.googleapis.com/maps/api/js?key=AIzaSyBMUHiX5saTH6F_TEq0kgPyfY75Enffc8
g&libraries=drawing,geometry"></script>
</body>
</html>

```

Файл saveToDB.php:

```

<?php
    session_start();
    require "connect.php";

    if (!empty($_POST['electricity'])) {
        $user_id = $_SESSION['user_id'];

        $points_array_serialized = $_POST['polygonArray'];
        $possible_area_serialized = $_POST['differenceArray'];
        $polygon_name = $_POST['polygon_name'];

        $query = "SELECT * FROM `data_opr` WHERE `polygon_name` = '$polygon_name'
AND `id_user` = '$user_id'";
        $isPolyFree = mysqli_fetch_assoc(mysqli_query($connection, $query));

        if(empty($isPolyFree)) {
            $query = "INSERT INTO `polygon` (`polygon_id`, `points_array_serialized`,
`possible_area_serialized`)
            VALUES (NULL, '{$points_array_serialized}', '{$possible_area_serialized}')";

            $r = mysqli_query($connection, $query);

            $count = mysqli_fetch_assoc(mysqli_query($connection, "SELECT * FROM
`polygon` ORDER BY `polygon_id` DESC LIMIT 1"));
            $polygon_id = $count['polygon_id'];

            if($r) {
                $electricity = $_POST['electricity'];
                $distance = $_POST['distance'];
                $pv_area = $_POST['pv_area'];

                $place_area = $_POST['place_area'];
                $house_lat = $_POST['house_lat'];
                $house_lng = $_POST['house_lng'];
                $pv_angle = $_POST['pv_angle'];
                $wp_lat = $_POST['wp_lat'];
                $wp_lng = $_POST['wp_lng'];
                $user_id = $_SESSION['user_id'];

                $config_id = 0;

                $query = "SELECT best_configurations1.trueID,
(working_configurations_with_ab.N_El1 * pv.PV_Length * pv.PV_Width) / 1000000 AS Area
FROM `best_configurations1`, `working_configurations_with_ab`, `pv`, `wp`, `b`
WHERE best_configurations1.trueID =
working_configurations_with_ab.W_conf_AB_id AND working_configurations_with_ab.Element1 =

```

```
pv.PV AND working_configurations_with_ab.Element2 = wp.WP AND
working_configurations_with_ab.Element3 = b.B";
```

```

$result = (mysqli_query($connection, $query));

while($row = mysqli_fetch_assoc($result)) {
    if($row['Area'] < $pv_area) {

        $config_id = $row['trueID'];
        $query = "INSERT INTO `data_opr` (`id_data`, `electricity`, `distance`,
`pv_area`, `place_area`, `house_lat`, `house_lng`, `pv_angle`, `polygon_name`, `wp_lat`, `wp_lng`,
`id_user`, `polygon_id`, `config_id`)
        VALUES (NULL, '$electricity', '$distance', '$pv_area', '$place_area',
'$house_lat', '$house_lng', '$pv_angle', '$polygon_name', '$wp_lat', '$wp_lng', '$user_id',
'$polygon_id', '$config_id)";

        mysqli_query($connection, $query);
        echo("4");
        break;
    }
    else {
        echo("На жаль, конфігурацію не знайдено.");
        exit();
    }
}
}
else {
    exit();
}
}
else {
    echo("Ділянка з таким ідентифікатором вже існує!");
    exit();
}
}
?>
```

Файл readFromDB.php:

```

<?php
session_start();
require "connect.php";

$user_id = $_SESSION['user_id'];
$polygon_name = $_POST['polygon_name'];

$query = "SELECT * FROM `data_opr` WHERE `polygon_name` = '$polygon_name' AND
`id_user` = '$user_id'";
$result = mysqli_query($connection, $query);
```

```

$data = mysqli_fetch_assoc($result);

$polygon_id = $data['polygon_id'];

// $query = "SELECT * FROM `data_opr` JOIN `polygon` USING (`polygon_id`) WHERE
`id_user` = '$user_id' AND `polygon_id` = '$polygon_id'";
$query = "SELECT working_configurations_with_ab.Element1,
working_configurations_with_ab.N_EI1, (pv.PV_Price * working_configurations_with_ab.N_EI1) AS
PV_Price, (working_configurations_with_ab.N_EI1 * pv.PV_Length * pv.PV_Width) / 1000000 AS
Area, working_configurations_with_ab.Element2, working_configurations_with_ab.N_EI2,
wp.WP_Price, working_configurations_with_ab.Element3, working_configurations_with_ab.N_EI3,
b.B_Price, data_opr.place_area, data_opr.house_lat, data_opr.house_lng, data_opr.pv_angle,
data_opr.polygon_name, data_opr.wp_lat, data_opr.wp_lng, polygon.points_array_serialized,
polygon.possible_area_serialized
FROM `working_configurations_with_ab`, `pv`, `wp`, `b`, `polygon`, `data_opr`
WHERE working_configurations_with_ab.Element1 = pv.PV AND
working_configurations_with_ab.Element2 = wp.WP AND
working_configurations_with_ab.Element3 = b.B AND data_opr.id_user = '$user_id' AND
polygon.polygon_id = '$polygon_id' AND data_opr.config_id =
working_configurations_with_ab.W_conf_AB_id AND data_opr.polygon_id = polygon.polygon_id";

$result = mysqli_query($connection, $query);
$data = mysqli_fetch_assoc($result);

header("Content-Type: application/json");
echo json_encode($data);
exit();
?>

```

Файл expert.php:

```

<?php
    session_start();
    if($_SESSION['user_id']) {
?>
<!DOCTYPE html>
<html lang="uk">
<head>
    <meta charset="UTF-8">
    <meta http-equiv="X-UA-Compatible" content="IE=edge">
    <link rel="shortcut icon" href="assets/image/logo/sumdu.png" type="image/png">
    <meta name="viewport" content="width=device-width, initial-scale=1.0">
    <link rel="stylesheet" href="assets/css/style.css">

    <script src="https://code.iconify.design/1/1.0.6/iconify.min.js"></script>
    <script src="assets/js/main.js"></script>
    <title>Сторінка Експерта</title>
</head>
<body>

```



```

<div class="modal" id="modal">
  <div class="modal_container">
    <div class="heading">Інструкція заповнення даних</div>
    <p>Оберіть розділ оцінювання критеріїв та оберіть оптимальні, на вашу думку,
оцінки.</p>
    <button class="modal_close" onclick="closeModal('modal')"></button>
  </div>
</div>

```

```

<div class="modal" id="logout">
  <div class="modal_container">
    <div class="heading">Дійсно бажаєте вийти з системи?</div>
    <button class="fill-bth" onclick="logout()">Вийти</button>
    <button class="modal_close" onclick="closeModal('logout')"></button>
  </div>
</div>

```

```

<div class="container">
  <div id="alert" class="alert" style="display:none;">
    <span class="closebtn"
onclick="this.parentElement.style.display='none';">&times;</span>
    <p id="message_send"></p>
  </div>

```

```

<div class="header">
  <div class="logos">
    
    
  </div>

```

```

<a href="index.php" class="logo"></a>

```

```

<div class="nav">
  <a href="about.php" class="about">Про нас</a>
  <a href="#" class="logout" onclick="openModal('logout')">Вийти</a>
</div>
</div>

```

```

<div class="main">
  <div class="main_header">
    <div class="heading">Сторінка Експерта</div>
    <a href="#" onclick="openModal('modal')">Інструкція</a>
  </div>
</div>

```

```

<div class="tabs_container">

```

```

<div class="tabs">
  <div>
    <button class="fill-bth" onclick="openTab('noise')">Рівень шуму</button>
  </div>
  <div>
    <button class="fill-bth" onclick="openTab('aesthetic')">Естетична цілісність</button>
  </div>
  <div>
    <button class="fill-bth" onclick="openTab('repair')">Витрати на ремонт</button>
  </div>
  <div>
    <button class="fill-bth" onclick="openTab('service')">Витрати на
обслуговування</button>
  </div>
  <div>
    <button class="fill-bth" onclick="openTab('place')">Особливості ділянки</button>
  </div>
</div>

<div class="content">
  <div class="tabs-panel active" id="noise">

    <form action="" id="noizeform">
      <p class="heading">Оцініть вплив відстані від ВЕУ до будівлі на значення
критерію "Шум"</p>
      <table>
        <tr>
          <td><label>1-5 м</label></td>
          <td>
            <select form="noizeform" class="form-select first">
              <option selected value="1">мала</option>
              <option value="2">середня</option>
              <option value="3">велика</option>
            </select>
          </td>
        </tr>
        <tr>
          <td><label>6-10 м</label></td>
          <td>
            <select form="noizeform" class="form-select second">
              <option selected value="1">мала</option>
              <option value="2">середня</option>
              <option value="3">велика</option>
            </select>
          </td>
        </tr>
        <tr>
          <td><label>11-20 м</label></td>
          <td>

```

```

<select form="noizeform" class="form-select third">
  <option selected value="1">мала</option>
  <option value="2">середня</option>
  <option value="3">велика</option>
</select>
</td>
</tr>
<tr>
<td><label>21-30 м</label></td>
<td>
  <select form="noizeform" class="form-select fourth">
    <option selected value="1">мала</option>
    <option value="2">середня</option>
    <option value="3">велика</option>
  </select>
</td>
</tr>
<tr>
<td><label>31-40 м</label></td>
<td>
  <select form="noizeform" class="form-select fifth">
    <option selected value="1">мала</option>
    <option value="2">середня</option>
    <option value="3">велика</option>
  </select>
</td>
</tr>
<tr>
<td><label>41-50 м</label></td>
<td>
  <select form="noizeform" class="form-select sixth">
    <option selected value="1">мала</option>
    <option value="2">середня</option>
    <option value="3">велика</option>
  </select>
</td>
</tr>
<tr>
<td><label>більше 51 м</label></td>
<td>
  <select form="noizeform" class="form-select seventh">
    <option selected value="1">мала</option>
    <option value="2">середня</option>
    <option value="3">велика</option>
  </select>
</td>
</tr>
</table>
<input type="submit" value="Зберегти" class="">

```

```
<!-- <button onclick="openForm('noizeform_cont')">Далі</button> -->
</form>
```

```
<form action="" id="noizeform_cont">
<p class="heading">Оцініть вплив потужності ВЕУ на значення критерію
"Шум"</p>
```

```
<table>
<tr>
<td><label>1-2 кВт</label></td>
<td>
<select form="noizeform_cont" class="form-select first">
<option selected value="1">мала</option>
<option value="2">середня</option>
<option value="3">велика</option>
</select>
</td>
</tr>
<tr>
<td><label>3-4 кВт</label></td>
<td>
<select form="noizeform_cont" class="form-select second">
<option selected value="1">мала</option>
<option value="2">середня</option>
<option value="3">велика</option>
</select>
</td>
</tr>
<tr>
<td><label>5-6 кВт</label></td>
<td>
<select form="noizeform_cont" class="form-select third">
<option selected value="1">мала</option>
<option value="2">середня</option>
<option value="3">велика</option>
</select>
</td>
</tr>
<tr>
<td><label>7-8 кВт</label></td>
<td>
<select form="noizeform_cont" class="form-select fourth">
<option selected value="1">мала</option>
<option value="2">середня</option>
<option value="3">велика</option>
</select>
</td>
</tr>
<tr>
<td><label>9-10 кВт</label></td>
```

```

<td>
  <select form="noizeform_cont" class="form-select fifth">
    <option selected value="1">мала</option>
    <option value="2">середня</option>
    <option value="3">велика</option>
  </select>
</td>
</tr>
<tr>
<td><label>більше 11 кВт</label></td>
<td>
  <select form="noizeform_cont" class="form-select sixth">
    <option selected value="1">мала</option>
    <option value="2">середня</option>
    <option value="3">велика</option>
  </select>
</td>
</tr>
</table>
<input type="submit" value="Зберегти">
</form>
</div>
<div class="tabs-panel" id="aesthetic">
<form action="" id="placeform_cont">
  <p class="heading">Оцініть вплив форми рельєфу на значення критерію "Естетична
цілісність"</p>
  <table>
    <tr>
      <td><label>Розташування на пагорбі<br>(для монокристалічних
панелей)</label></td>
      <td>
        <select form="placeform_cont" class="form-select first">
          <option selected value="1">мала</option>
          <option value="2">середня</option>
          <option value="3">велика</option>
        </select>
      </td>
    </tr>
    <tr>
      <td><label>Розташування біля моря<br>(для монокристалічних
панелей)</label></td>
      <td>
        <select form="placeform_cont" class="form-select second">
          <option selected value="1">мала</option>
          <option value="2">середня</option>
          <option value="3">велика</option>
        </select>
      </td>
    </tr>
  </table>

```

```

<tr>
  <td><label>Розташування на пагорбі<br>(для полікристалічних
панелей)</label></td>
  <td>
    <select form="placeform_cont" class="form-select first">
      <option selected value="1">мала</option>
      <option value="2">середня</option>
      <option value="3">велика</option>
    </select>
  </td>
</tr>
<tr>
  <td><label>Розташування біля моря<br>(для полікристалічних
панелей)</label></td>
  <td>
    <select form="placeform_cont" class="form-select second">
      <option selected value="1">мала</option>
      <option value="2">середня</option>
      <option value="3">велика</option>
    </select>
  </td>
</tr>
<tr>
  <td><label>Розташування на пагорбі<br>(для вітрогенератора)</label></td>
  <td>
    <select form="placeform_cont" class="form-select first">
      <option selected value="1">мала</option>
      <option value="2">середня</option>
      <option value="3">велика</option>
    </select>
  </td>
</tr>
<tr>
  <td><label>Розташування біля моря<br>(для вітрогенератора)</label></td>
  <td>
    <select form="placeform_cont" class="form-select second">
      <option selected value="1">мала</option>
      <option value="2">середня</option>
      <option value="3">велика</option>
    </select>
  </td>
</tr>
</table>
<input type="submit" value="Зберегти">
</form>
</div>
<div class="tabs-panel" id="repair">
<form action="" id="repairform">

```

<p class="heading">Оцініть вплив якості компонентів на значення критерію "Витрати на ремонт"</p>

```

<table>
<tr>
<td><label>Виробник 1</label></td>
<td>
<select form="repairform" class="form-select first">
<option selected value="1">низька</option>
<option value="2">середня</option>
<option value="3">висока</option>
</select>
</td>
</tr>
<tr>
<td><label>Виробник 2</label></td>
<td>
<select form="repairform" class="form-select second">
<option selected value="1">низька</option>
<option value="2">середня</option>
<option value="3">висока</option>
</select>
</td>
</tr>
<tr>
<td><label>Виробник 3</label></td>
<td>
<select form="repairform" class="form-select third">
<option selected value="1">низька</option>
<option value="2">середня</option>
<option value="3">висока</option>
</select>
</td>
</tr>
<tr>
<td><label>Виробник 4</label></td>
<td>
<select form="repairform" class="form-select fourth">
<option selected value="1">низька</option>
<option value="2">середня</option>
<option value="3">висока</option>
</select>
</td>
</tr>
<tr>
<td><label>Виробник 5</label></td>
<td>
<select form="repairform" class="form-select fifth">
<option selected value="1">низька</option>
<option value="2">середня</option>

```

```

        <option value="3">висока</option>
    </select>
</td>
</tr>
<tr>
<td><label>Виробник 6</label></td>
<td>
    <select form="repairform" class="form-select sixth">
        <option selected value="1">низька</option>
        <option value="2">середня</option>
        <option value="3">висока</option>
    </select>
</td>
</tr>
<tr>
<td><label>Виробник 7</label></td>
<td>
    <select form="repairform" class="form-select seventh">
        <option selected value="1">низька</option>
        <option value="2">середня</option>
        <option value="3">висока</option>
    </select>
</td>
</tr>
</table>
<input type="submit" value="Зберегти" class="">
<!-- <button onclick="openForm('noizeform_cont')">Далі</button> -->
</form>

<form action="" id="repairform_cont">
<p class="heading">Оцініть вплив ціни системи на значення критерію "Витрати на
ремонт"</p>
<table>
<tr>
<td><label>1-500</label></td>
<td>
    <select form="repairform_cont" class="form-select first">
        <option selected value="1">низька</option>
        <option value="2">середня</option>
        <option value="3">висока</option>
    </select>
</td>
</tr>
<tr>
<td><label>501-1000</label></td>
<td>
    <select form="repairform_cont" class="form-select second">
        <option selected value="1">низька</option>
        <option value="2">середня</option>

```



```

        <option value="3">висока</option>
    </select>
</td>
</tr>
<tr>
<td><label>1001-1500</label></td>
<td>
    <select form="repairform_cont" class="form-select third">
        <option selected value="1">низька</option>
        <option value="2">середня</option>
        <option value="3">висока</option>
    </select>
</td>
</tr>
<tr>
<td><label>1501-2000</label></td>
<td>
    <select form="repairform_cont" class="form-select fourth">
        <option selected value="1">низька</option>
        <option value="2">середня</option>
        <option value="3">висока</option>
    </select>
</td>
</tr>
<tr>
<td><label>2001-2500</label></td>
<td>
    <select form="repairform_cont" class="form-select fifth">
        <option selected value="1">низька</option>
        <option value="2">середня</option>
        <option value="3">висока</option>
    </select>
</td>
</tr>
<tr>
<td><label>більше 2501</label></td>
<td>
    <select form="repairform_cont" class="form-select sixth">
        <option selected value="1">низька</option>
        <option value="2">середня</option>
        <option value="3">висока</option>
    </select>
</td>
</tr>
</table>
<input type="submit" value="Зберегти">
</form>
</div>
<div class="tabs-panel" id="service">

```

```

<form action="" id="serviceform">
  <p class="heading">Оцініть вплив якості компонентів на значення критерію
"Витрати на обслуговування"</p>
  <table>
    <tr>
      <td><label>Виробник 1</label></td>
      <td>
        <select form="serviceform" class="form-select first">
          <option selected value="1">низька</option>
          <option value="2">середня</option>
          <option value="3">висока</option>
        </select>
      </td>
    </tr>
    <tr>
      <td><label>Виробник 2</label></td>
      <td>
        <select form="serviceform" class="form-select second">
          <option selected value="1">низька</option>
          <option value="2">середня</option>
          <option value="3">висока</option>
        </select>
      </td>
    </tr>
    <tr>
      <td><label>Виробник 3</label></td>
      <td>
        <select form="serviceform" class="form-select third">
          <option selected value="1">низька</option>
          <option value="2">середня</option>
          <option value="3">висока</option>
        </select>
      </td>
    </tr>
    <tr>
      <td><label>Виробник 4</label></td>
      <td>
        <select form="serviceform" class="form-select fourth">
          <option selected value="1">низька</option>
          <option value="2">середня</option>
          <option value="3">висока</option>
        </select>
      </td>
    </tr>
    <tr>
      <td><label>Виробник 5</label></td>
      <td>
        <select form="serviceform" class="form-select fifth">
          <option selected value="1">низька</option>

```

```

        <option value="2">середня</option>
        <option value="3">висока</option>
    </select>
</td>
</tr>
<tr>
<td><label>Виробник 6</label></td>
<td>
    <select form="serviceform" class="form-select sixth">
        <option selected value="1">низька</option>
        <option value="2">середня</option>
        <option value="3">висока</option>
    </select>
</td>
</tr>
<tr>
<td><label>Виробник 7</label></td>
<td>
    <select form="serviceform" class="form-select seventh">
        <option selected value="1">низька</option>
        <option value="2">середня</option>
        <option value="3">висока</option>
    </select>
</td>
</tr>
</table>
<input type="submit" value="Зберегти" class="">
<!-- <button onclick="openForm('noizeform_cont')">Далі</button> -->
</form>

```

```

<form action="" id="serviceform_cont">
<p class="heading">Оцініть вплив ціни системи на значення критерію "Витрати на
обслуговування"</p>
<table>
<tr>
<td><label>1-500</label></td>
<td>
    <select form="serviceform_cont" class="form-select first">
        <option selected value="1">низька</option>
        <option value="2">середня</option>
        <option value="3">висока</option>
    </select>
</td>
</tr>
<tr>
<td><label>501-1000</label></td>
<td>
    <select form="serviceform_cont" class="form-select second">
        <option selected value="1">низька</option>

```

```

        <option value="2">середня</option>
        <option value="3">висока</option>
    </select>
</td>
</tr>
<tr>
<td><label>1001-1500</label></td>
<td>
    <select form="serviceform_cont" class="form-select third">
        <option selected value="1">низька</option>
        <option value="2">середня</option>
        <option value="3">висока</option>
    </select>
</td>
</tr>
<tr>
<td><label>1501-2000</label></td>
<td>
    <select form="serviceform_cont" class="form-select fourth">
        <option selected value="1">низька</option>
        <option value="2">середня</option>
        <option value="3">висока</option>
    </select>
</td>
</tr>
<tr>
<td><label>2001-2500</label></td>
<td>
    <select form="serviceform_cont" class="form-select fifth">
        <option selected value="1">низька</option>
        <option value="2">середня</option>
        <option value="3">висока</option>
    </select>
</td>
</tr>
<tr>
<td><label>більше 2501</label></td>
<td>
    <select form="serviceform_cont" class="form-select sixth">
        <option selected value="1">низька</option>
        <option value="2">середня</option>
        <option value="3">висока</option>
    </select>
</td>
</tr>
</table>
<input type="submit" value="Зберегти">
</form>
</div>

```

```

<div class="tabs-panel" id="place">
<form action="" id="placeform">
  <p class="heading">Оцініть вплив затіненості на значення критерію "Особливості
ділянки"</p>
  <table>
    <tr>
      <td><label>Наявність високих будівель<br>(для монокристалічних
панелей)</label></td>
      <td>
        <select form="placeform" class="form-select first">
          <option selected value="1">мала</option>
          <option value="2">середня</option>
          <option value="3">велика</option>
        </select>
      </td>
    </tr>
    <tr>
      <td><label>Наявність високих дерев<br>(для монокристалічних
панелей)</label></td>
      <td>
        <select form="placeform" class="form-select second">
          <option selected value="1">мала</option>
          <option value="2">середня</option>
          <option value="3">велика</option>
        </select>
      </td>
    </tr>
    <tr>
      <td><label>Наявність високих будівель<br>(для полікристалічних
панелей)</label></td>
      <td>
        <select form="placeform" class="form-select first">
          <option selected value="1">мала</option>
          <option value="2">середня</option>
          <option value="3">велика</option>
        </select>
      </td>
    </tr>
    <tr>
      <td><label>Наявність високих дерев<br>(для полікристалічних
панелей)</label></td>
      <td>
        <select form="placeform" class="form-select second">
          <option selected value="1">мала</option>
          <option value="2">середня</option>
          <option value="3">велика</option>
        </select>
      </td>
    </tr>
  </table>

```

```

<tr>
  <td><label>Наявність високих будівель<br>(для вітрогенератора)</label></td>
  <td>
    <select form="placeform" class="form-select first">
      <option selected value="1">мала</option>
      <option value="2">середня</option>
      <option value="3">велика</option>
    </select>
  </td>
</tr>
<tr>
  <td><label>Наявність високих дерев<br>(для вітрогенератора)</label></td>
  <td>
    <select form="placeform" class="form-select second">
      <option selected value="1">мала</option>
      <option value="2">середня</option>
      <option value="3">велика</option>
    </select>
  </td>
</tr>
</table>
<input type="submit" value="Зберегти" class="">
<!-- <button onclick="openForm('noizeform_cont')">Далі</button> -->
</form>

<form action="" id="placeform_cont">
  <p class="heading">Оцініть вплив форми рельєфу на значення критерію
"Особливості ділянки"</p>
  <table>
    <tr>
      <td><label>Розташування на пагорбі<br>(для монокристалічних
панелей)</label></td>
      <td>
        <select form="placeform_cont" class="form-select first">
          <option selected value="1">мала</option>
          <option value="2">середня</option>
          <option value="3">велика</option>
        </select>
      </td>
    </tr>
    <tr>
      <td><label>Розташування біля моря<br>(для монокристалічних
панелей)</label></td>
      <td>
        <select form="placeform_cont" class="form-select second">
          <option selected value="1">мала</option>
          <option value="2">середня</option>
          <option value="3">велика</option>
        </select>
      </td>
    </tr>
  </table>

```

```

        </td>
    </tr>
    <tr>
        <td><label>Розташування на пагорбі<br>(для полікристалічних
панелей)</label></td>
        <td>
            <select form="placeform_cont" class="form-select first">
                <option selected value="1">мала</option>
                <option value="2">середня</option>
                <option value="3">велика</option>
            </select>
        </td>
    </tr>
    <tr>
        <td><label>Розташування біля моря<br>(для полікристалічних
панелей)</label></td>
        <td>
            <select form="placeform_cont" class="form-select second">
                <option selected value="1">мала</option>
                <option value="2">середня</option>
                <option value="3">велика</option>
            </select>
        </td>
    </tr>
    <tr>
        <td><label>Розташування на пагорбі<br>(для вітрогенератора)</label></td>
        <td>
            <select form="placeform_cont" class="form-select first">
                <option selected value="1">мала</option>
                <option value="2">середня</option>
                <option value="3">велика</option>
            </select>
        </td>
    </tr>
    <tr>
        <td><label>Розташування біля моря<br>(для вітрогенератора)</label></td>
        <td>
            <select form="placeform_cont" class="form-select second">
                <option selected value="1">мала</option>
                <option value="2">середня</option>
                <option value="3">велика</option>
            </select>
        </td>
    </tr>
</table>
<input type="submit" value="Зберегти">
</form>
</div>
</div>

```

```

</div>
</div>
<footer class="footer-index">
  <div class="block1">
    <div class="menu">
      <a href="index.php" class="logo"></a>
      <div class="list">
        <a href="about.php">Про нас</a>
      </div>
    </div>
  </div>

  <div class="heading">
    Контакти
  </div>
  <div class="contacts">
    <a class="contacts-list" href="#">
      
      <span>+38 0542 687 854</span>
    </a>
    <a class="contacts-list" href="#">
      
      <span>opm@sumdu.edu.ua</span>
    </a>
    <a class="contacts-list" href="#">
      
      <span>Сумський державний університет, вул. Римського-Корсакова 2</span>
    </a>
  </div>

  <div class="sumdu">
    
    
  </div>
</div>

<div class="block2">
  <div class="heading">Форма зворотного зв'язку</div>

  <form action="index.php">
    <input type="text" placeholder="Ваше ім'я" required>
    <input type="email" placeholder="Пошта" required>
    <textarea placeholder="Повідомлення"></textarea>
    <button class="fill-bth">Надіслати</button>
  </form>
</div>
</footer>

<div class="fotter-menu">
  <p>© 2021 Сумський державний університет. Усі права захищені</p>

```



```
</div>
</div>

<?php
}
else {
    header('Location: authorization.php');
}
?>

<script>
//Modal functions
function openModal(modal) {
    document.getElementById(modal).style.display = "block";
    document.body.style.overflow = "hidden";
    location.href = "#modal_result";
}

function closeModal(modal) {
    document.getElementById(modal).style.display = "none";
    document.body.style.overflow = "visible";
}

function logout() {
    document.location.href = 'module/logout.php';
}
</script>

</body>
</html>
```