

Міністерство освіти і науки України  
Криворізький національний університет  
Факультет інформаційних технологій  
Кафедра автоматизації, комп'ютерних наук і технологій

## **КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА**

на здобуття ступеня вищої освіти – бакалавр  
за освітньо-професійною програмою  
«Комп'ютерні науки»  
зі спеціальності  
122 – Комп'ютерні науки

Тема роботи:

«Розробка інформаційної системи моніторингу та оптимізації  
енергоспоживання малих населених пунктів»

Виконав студент гр. \_\_\_\_\_ Свізєв В.В.

Керівник \_\_\_\_\_ Попов С.О.

Нормоконтроль \_\_\_\_\_ Маринич І. А.

Завідувач кафедри \_\_\_\_\_ Рубан С. А.

Кривий Ріг – 2024

# КРИВОРІЗЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ

Факультет: інформаційних технологій

Кафедра: автоматизації, комп'ютерних наук і технологій

Ступінь вищої освіти: Бакалавр

Спеціальність: 122 – Комп'ютерні науки

**ЗАТВЕРДЖУЮ**

Зав. кафедрою: к.т.н. Рубан С.А.

« 27 » березня 2024 р.

## ЗАВДАННЯ

### на кваліфікаційну роботу бакалавра

студентові групи КН-20 Свізєву Вадиму Віталійовичу

**1. Тема кваліфікаційної роботи:** «Розробка інформаційної системи моніторингу та оптимізації енергоспоживання малих населених пунктів»

затверджено наказом по університету № 235с від 27.03.2024 р.

**2. Термін здачі кваліфікаційної роботи:** 05.06.2024 р.

**3. Склад кваліфікаційної роботи:** Пояснювальна записка обсягом **60с.**, додатки, презентація у Microsoft PowerPoint (**14** слайдів) в електронному та друкованому вигляді

**4. Консультанти кваліфікаційної роботи:**

Розділ 1-2

доц. Попов С.О.

Нормоконтроль

доц. Маринич І. А.

## 5. Календарний план:

№	Етапи роботи	Термін виконання
1	<i>Вступ</i>	10.05.24
2	<i>Розділ 1</i>	15.05.24
3	<i>Розділ 2</i>	23.05.24
4	<i>Висновки</i>	04.06.24
5	<i>Оформлення кваліфікаційної роботи</i>	09.06.24
6	<i>Підготовка презентації та графічного матеріалу</i>	10.06.24
7	<i>Підготовка доповіді до захисту</i>	12.06.24

6. Дата видачі завдання: 29.01.2024р.

Керівник \_\_\_\_\_ /**Попов С.О.**/

7. Запевнення: Я, *Свізєв Вадим Віталійлович*, запевняю, що ця кваліфікаційна робота виконана самостійно, не містить академічного плагіату, фабрикації, фальсифікації. Використання ідей, результатів і текстів інших авторів мають посилання на відповідне джерело.

Із чинним Положенням про академічну доброчесність Криворізького національного університету ознайомлений.

Чітко усвідомлюю, що в разі виявлення у кваліфікаційній роботі умисних порушень робота не допускається до захисту або оцінюється незадовільно.

Студент \_\_\_\_\_ /**Свізєв В.В.**/

## АНОТАЦІЯ

Свізев В.В. Розробка інформаційної системи моніторингу та оптимізації енергоспоживання малих населених пунктів.

Кваліфікаційна робота на здобуття ступеня вищої освіти – бакалавр, за спеціальністю 122 Комп'ютерні науки. Криворізький національний університет, Кривий Ріг, 2024.

Робота складається зі вступу, двох розділів, висновків, переліку використаної літератури з 20 позицій та 1 додатки. Загальний обсяг роботи становить 60 сторінок, з яких основний зміст роботи викладено на 54 сторінках, включає 1 таблиць і 26 рисунки.

У дипломній роботі буде розглянуто процеси збору, моніторингу та аналізу даних про енергоспоживання у малих населених пунктах з використанням сучасних інформаційних технологій.

Метою дипломної роботи є розробка інформаційної системи, яка дозволяє здійснювати моніторинг та оптимізувати споживання електроенергії в малих населених пунктах, забезпечуючи ефективний контроль енергоспоживанням на рівні окремих районів і користувачів.

Об'єктом дослідження є процес управління енергоспоживанням у малих населених пунктах з використанням автоматизованих систем.

Предметом дослідження є методи та засоби автоматизації збору, аналізу та візуалізації даних про енергоспоживання у малих населених пунктах.

В роботі використані методи системного аналізу, програмної інженерії, математичного моделювання та обробки даних.

Ключові слова: СИСТЕМА, МОНІТОРИНГ, ОПТИМІЗАЦІЯ, ЕНЕРГОСПОЖИВАННЯ.

## ЗМІСТ

ВСТУП .....	7
РОЗДІЛ 1. ТЕОРЕТИЧНІ ОСНОВИ РОЗРОБКИ ІНФОРМАЦІЙНОЇ СИСТЕМИ МОНІТОРИНГУ ТА ОПТИМІЗАЦІЇ ЕНЕРГОСПОЖИВАННЯ МАЛИХ НАСЕЛЕНИХ ПУНКТИВ .....	9
1.1. Загальні відомості .....	9
1.2. Основні елементи інформаційної системи моніторингу та оптимізації енергоспоживання малих населених пунктів.....	12
1.2.1. Технічні елементи системи.....	12
1.2.2. Інформаційно-аналітичні елементи .....	14
1.2.3. Елементи прогнозування і моделювання .....	15
1.2.4. Звітність та інтерпретація результатів аналізу даних .....	16
1.2.5. Прогнозування.....	17
1.2.6. Оптимізація.....	19
1.2.7. Управління.....	21
1.2.8. Звітність .....	24
Висновки до розділу .....	26
РОЗДІЛ 2. ПРАКТИЧНА РЕАЛІЗАЦІЯ ІНФОРМАЦІЙНОЇ СИСТЕМИ МОНІТОРИНГУ ТА ОПТИМІЗАЦІЇ ЕНЕРГОСПОЖИВАННЯ .....	28
2.1. Алгоритм розробленої програми.....	28
2.2. Форми для авторизації та реєстрації в кабінеті .....	31
2.3. Форма функціоналу особистого кабінету .....	41
2.4. Форма профілю .....	43
2.5. Форма споживання.....	45
2.5.1 Форма графіків .....	46
2.6. Форма чату зі штучним інтелектом .....	47
2.7. Форма калькулятора електроенергії .....	48
2.8. Форма історії показань .....	50
2.9. Інструкція для користувача.....	51
Висновки до розділу .....	55

ВИСНОВКИ.....	56
СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ .....	59
ДОДАТОК А. ТЕКСТ РОЗРОБЛЕНОЇ ПРОГРАМИ .....	<b>Ошибка! Закладка не определена.</b>

## ВСТУП

Зростання енергетичних витрат та недооцінка енергоефективності у малих населених пунктах можуть призвести до виникнення різних проблем, таких як збільшення екологічного навантаження, зниження економічної стійкості та залежності від імпорتنих джерел енергії. Брак системи моніторингу та оптимізації енергоспоживання у таких населених пунктах може перешкоджати раціональному використанню енергії та реалізації потенціалу зменшення споживання.

Метою є створення інформаційної системи, яка дає змогу передавати показання енергоспоживання, забезпечувати постійний моніторинг енергоспоживання в малих населених пунктах та надавати засоби та поради щодо оптимізації енергоспоживання.

Серед основних завдань такої системи можуть бути:

- Збір та аналіз даних про енергоспоживання.
- Ідентифікація та виявлення енергоефективних можливостей.
- Розробка та реалізація стратегій оптимізації енергоспоживання.
- Підтримка прийняття рішень з покращення енергетичної ефективності та економії енергії.
- Зменшення витрат на енергію.

Зважаючи на додаткові аспекти, що можуть вплинути на проблематику та мету створення інформаційної системи моніторингу та оптимізації енергоспоживання малих населених пунктів, можна врахувати наступне:

- Соціальний ефект: Покращення управління енергоспоживанням в малих населених пунктах може сприяти підвищенню рівня життя мешканців через зменшення витрат на комунальні послуги та створення комфортних умов проживання.

- Вплив на регіональний розвиток: Ефективне використання енергії сприяє економічному зростанню та привабливості регіону для інвестицій, оскільки зменшує ризики енергетичних збоїв та забезпечує стабільність постачання.
- Застосування новітніх технологій: Розвиток інформаційних технологій та використання сучасних рішень у сфері Інтернету речей (IoT), штучного інтелекту (AI) та аналітики даних дозволить покращити точність моніторингу та ефективність оптимізації енергоспоживання.
- Врахування географічних та кліматичних особливостей: Різні регіони можуть мати різний підхід до управління енергією через відмінності в кліматичних умовах та типах енергоресурсів. Інформаційна система повинна бути гнучкою та враховувати ці особливості для ефективності в кожному конкретному випадку.
- Зв'язок з глобальними цілями сталого розвитку: Розвиток системи моніторингу та оптимізації енергоспоживання у малих населених пунктах може зробити внесок у досягнення глобальних цілей сталого розвитку, зокрема у зменшенні викидів парникових газів та збереженні природних ресурсів.

Отже, мета створення такої системи полягає у підвищенні енергоефективності та зменшенні витрат енергоресурсів у малих населених пунктах, що сприятиме сталому розвитку та покращенню якості життя мешканців.



# РОЗДІЛ 1

## ТЕОРЕТИЧНІ ОСНОВИ РОЗРОБКИ ІНФОРМАЦІЙНОЇ СИСТЕМИ МОНІТОРИНГУ ТА ОПТИМІЗАЦІЇ ЕНЕРГОСПОЖИВАННЯ МАЛИХ НАСЕЛЕНИХ ПУНКТІВ

### 1.1. Загальні відомості

Існують різноманітні рішення для оптимізації енергоспоживання у малих населених пунктах, серед яких можна виділити наступні:

- Системи моніторингу та управління енергоспоживанням (EMS): Ці системи забезпечують збір, аналіз та візуалізацію даних щодо енергоспоживання в реальному часі. Вони дозволяють ідентифікувати області зайвого споживання енергії та впроваджувати стратегії для його зменшення.
- Системи автоматизації будівель (BAS): Ці системи включають в себе різноманітні датчики та контролери, які автоматично регулюють освітлення, опалення, вентиляцію та кондиціонування повітря в будівлях, що дозволяє ефективно управляти енергоспоживанням.
- Використання відновлювальних джерел енергії (ВДЕ): Установка сонячних панелей, вітрових турбін або інших джерел ВДЕ може зменшити залежність від традиційних джерел енергії та зменшити витрати на електроенергію.
- Енергоефективні технології та матеріали: Впровадження енергоефективних технологій та матеріалів у будівництві та виробництві може значно зменшити витрати енергії на опалення, кондиціонування та освітлення.
- Системи управління навантаженням (Demand-side management, DSM): Ці системи спрямовані на зменшення пікового навантаження шляхом регулювання споживання електроенергії у визначені періоди часу.

- Енергетичні аудити та консультації: Проведення енергетичних аудитів та консультації з енергоефективності дозволяє виявити потенціал зменшення енергоспоживання та розробити конкретні заходи для його оптимізації.

Вимоги до програмного забезпечення для моніторингу та оптимізації енергоспоживання малих населених пунктів:

Бізнес вимоги:

- Забезпечити точний моніторинг енергоспоживання у реальному часі.
- Підвищити енергоефективність малих населених пунктів для зменшення витрат на енергію.
- Зменшити екологічне навантаження шляхом зменшення споживання енергії та використання відновлюваних джерел енергії.
- Покращити економічну стійкість малих населених пунктів шляхом оптимізації енергоспоживання та зменшення витрат.

Вимоги користувачів:

- Можливість моніторингу та аналізу енергоспоживання в режимі реального часу.
- Інтуїтивний та зручний інтерфейс для користувачів без спеціалізованої технічної підготовки.
- Можливість отримання звітів та аналітичних даних щодо ефективності використання енергії.
- Підтримка автоматизованого управління системами енергозабезпечення та засобами споживання.

Нефункціональні вимоги до програмного забезпечення для моніторингу та оптимізації енергоспоживання малих населених пунктів:

Надійність:

- Система повинна забезпечувати стабільну роботу та низький рівень відмов.

- Максимальний час відновлення роботи системи після відмови повинен бути мінімальним.

#### Продуктивність:

- Система повинна забезпечувати швидкий збір та обробку даних про енергоспоживання.

- Мінімальні вимоги до обладнання та ресурсів для ефективної роботи програми.

#### Безпека:

- Забезпечення конфіденційності даних про енергоспоживання та інших конфіденційних даних.

- Захист від несанкціонованого доступу до системи та даних.

- Забезпечення цілісності даних про енергоспоживання та програмного забезпечення.

#### Складність:

- Інтуїтивний та зрозумілий інтерфейс користувача для максимальної простоти використання.

- Мінімальна необхідність в навичках технічного обслуговування для ефективного використання програми.

- Масштабованість:

- Можливість розширення функціональності та масштабування системи залежно від зростання потреб користувачів.

- Ефективна робота системи навіть при збільшенні обсягу даних та кількості користувачів.

#### Сумісність:

- Сумісність програмного забезпечення з різними операційними системами та пристроями.

– Забезпечення можливості інтеграції з існуючими системами моніторингу та управління енергоспоживанням.

Ці нефункціональні вимоги визначаються з метою забезпечення високої якості, надійності та ефективності роботи програмного забезпечення для моніторингу та оптимізації енергоспоживання малих населених пунктів.

Таблиця 1.1 – Пріоритетність функціональних вимог

Пріоритет	Назва вимоги
	Збір та обробка даних енергоспоживання
	Візуалізація даних про енергоспоживання у вигляді графіків, діаграм
	Аналіз та ідентифікація областей зайвого споживання енергії та можливостей для його оптимізації
	Розробка та виконання рекомендацій з покращення енергоефективності та зменшення витрат за допомогою підключеної нейронної мережі

### **Основні елементи інформаційної системи моніторингу та оптимізації енергоспоживання малих населених пунктів**

#### **1.2.1. Технічні елементи системи**

Вибір типів даних та місць встановлення пристроїв збору даних:

Першим кроком є визначення типів даних, які потрібно збирати для ефективного моніторингу енергоспоживання. Це може включати дані про споживання електроенергії, тепла, води, газу та інших ресурсів. Крім того, може бути корисно збирати дані про погодні умови, наявність сонячної або вітрової енергії, а також інші фактори, які можуть впливати на енергоспоживання.

Після визначення типів даних необхідно вибрати місця для встановлення пристроїв збору даних. Це можуть бути точки розподілу електроенергії, системи опалення, водопостачання та інші ключові точки споживання енергії у населеному пункті. Також важливо враховувати різноманітність типів

споживачів, включаючи житлові будинки, комерційні та громадські будинки, щоб отримати повне уявлення про споживання енергії.

Вибір та встановлення пристроїв збору даних:

Після вибору місць встановлення необхідно підібрати відповідні пристрої для збирання даних. Для вимірювання електроспоживання це можуть бути електролічильники або пристрої, що підключаються до існуючих лічильників електроенергії. Для вимірювання споживання тепла можуть використовуватися теплові лічильники, а водопостачання - водолічильники.

При виборі пристроїв необхідно враховувати їхню точність, надійність, сумісність з іншими системами та можливість передачі даних до центральної системи моніторингу. Також важливо враховувати стандарти та нормативи, що регулюють встановлення та використання таких пристроїв.

Збір даних від споживачів:

Одним із важливих аспектів збору даних є отримання показань від самих споживачів. Для цього можна використовувати різні ресурси та платформи, які дозволяють мешканцям передавати свої дані про споживання електроенергії.

Онлайн-платформи: Можуть бути створені спеціальні веб-сайти або мобільні додатки, де споживачі можуть вводити свої показання лічильників. Ці платформи можуть також надсилати нагадування про необхідність передати показання та дозволяти переглядати історію споживання.

SMS-сервіси: Споживачі можуть надсилати показання лічильників через SMS-повідомлення. Це зручно для тих, хто не має доступу до інтернету.

Автоматичні дзвінки: Використання автоматичних систем для збору показань через телефонні дзвінки, де споживачі вводять дані за допомогою клавіатури телефону.

Поштова служба: Для тих, хто віддає перевагу традиційним методам, можна надсилати показання поштою, використовуючи спеціальні форми.

Налаштування та калібрування пристроїв:

Після встановлення пристроїв необхідно провести їх налаштування та калібрування для забезпечення точності та надійності збору даних. Це включає програмування параметрів пристроїв, визначення одиниць вимірювання, коригування показань і тестування роботи системи.

Калібрування пристроїв може проводитися з використанням еталонних вимірювальних приладів або порівняння даних з інших незалежних джерел. Також важливо регулярно проводити технічне обслуговування та перевірку працездатності пристроїв для запобігання збоєм та помилкам у зборі даних.

Забезпечення безпеки даних:

При зборі даних про споживання енергії важливо забезпечити їх захист та конфіденційність. Це може включати використання шифрування даних, встановлення засобів захисту від несанкціонованого доступу, регулярне оновлення програмного забезпечення та моніторинг системи на предмет можливих загроз безпеці.

Забезпечення безпеки даних є ключовим аспектом розробки інформаційної системи моніторингу та оптимізації енергоспоживання, оскільки вони можуть містити конфіденційну інформацію про споживання енергії в різних установах і населених пунктах.

### **1.2.2. Інформаційно-аналітичні елементи**

Попередня обробка даних:

Перед початком аналізу даних необхідно провести їхню попередню обробку. Цей етап включає очищення даних від помилок, пропусків і викидів, а також перетворення даних в зручний формат для подальшого аналізу.

Очищення даних: Видалення помилкових або неправильних записів даних, виправлення помилок та помилок введення.

Заповнення перепусток: Якщо дані мають пропущені значення, їх потрібно заповнити з використанням методів інтерполяції або середніх значень.

Видалення викидів: Ідентифікація та видалення аномальних значень, які можуть спотворити результати аналізу.

Візуалізація даних:

Для більш наочного подання даних та виявлення можливих закономірностей та тенденцій проводиться візуалізація даних. Це дозволяє швидко виявити аномалії, сезонні зміни та інші цікаві моменти.

Гістограми: використовуються для оцінки розподілу даних.

Графіки часових рядів: Показують зміну параметра з часом.

Діаграми розсіювання: Дозволяють виявити взаємозв'язок між різними змінними.

Теплові карти: Дозволяють наочно представити патерни даних.

Аналіз часових рядів:

Важливим аспектом аналізу даних енергоспоживання є аналіз часових рядів. Це дозволяє виявити сезонні та циклічні зміни, а також виявити тренди у споживанні енергії.

Згладжування часових рядів: Використовуються методи ковзного середнього або експоненційного згладжування для зменшення шуму даних.

Декомпозиція часових рядів: Розкладання часових рядів на тренд, сезонність та залишки дозволяє виділити основні компоненти змін.

### **1.2.3. Елементи прогнозування і моделювання**

Види моделей

На основі аналізу та історичних даних можна розробити моделі для прогнозування майбутнього споживання енергії. Це може бути корисним для планування та оптимізації роботи системи енергопостачання.

Статистичні моделі: Наприклад, моделі авторегресії-ковзного-середнього (ARIMA) або моделі експоненційного згладжування (ETS).

Машинне навчання: Використання алгоритмів машинного навчання, таких як регресійний аналіз, випадковий ліс або нейронні мережі для прогнозування майбутнього споживання енергії.

Виявлення аномалій:

Аналіз даних також включає виявлення аномалій або незвичайних подій, які можуть вказувати на проблеми в системі енергопостачання або неефективне використання енергії.

Статистичні методи: використання статистичних тестів для виявлення аномалій, таких як Z-тести або тести Граббса.

Машинне навчання: навчання моделей для автоматичного виявлення аномалій на основі історичних даних.

#### **1.2.4. Звітність та інтерпретація результатів аналізу даних**

Важливим етапом аналізу даних є підготовка звітів та інтерпретація результатів прийняття рішень. Звіти можуть містити візуалізації, таблиці з даними та інтерпретацію основних висновків.

Інтерактивні дашборди: Створення інтерактивних дашбордів для візуалізації даних та моніторингу ключових показників.

Інтерпретація результатів: Аналіз результатів та виявлення ключових трендів та патернів у даних для прийняття рішень щодо оптимізації енергоспоживання.

Аналіз даних для системи моніторингу та оптимізації енергоспоживання потребує сукупності різних методів та технік, щоб забезпечити ефективне використання енергії та зниження витрат.



### 1.2.5. Прогнозування

Підготовка даних:

Перш ніж розпочати прогнозування, необхідно підготувати дані. Це включає очищення даних від викидів і пропусків, а також агрегацію даних до рівня, необхідного для аналізу та моделювання.

- Очищення даних: Видалення помилкових записів, виправлення помилок та помилок введення.
- Заповнення перепусток: Заповнення пропущених значень за допомогою методів інтерполяції або середніх значень.
- Агрегація даних: Зведення даних до рівня, зручного для аналізу, наприклад, щодня, тижнів або місяців.

Вибір методу прогнозування:

Після підготовки даних вибирається метод прогнозування. Існує безліч методів прогнозування, які можуть бути застосовані до часових рядів енергоспоживання.

Статистичні методи: Наприклад, методи часових рядів, такі як ARIMA (авторегресійна інтегрована середня ковзна), експоненційне згладжування і т.д.

Машинне навчання: Використання алгоритмів машинного навчання, таких як лінійна регресія, випадковий ліс, нейронні мережі та ін.

Гібридні методи: Комбінація статистичних та машинного навчання для підвищення точності прогнозу.

Розробка моделі прогнозування:

Після вибору методу прогнозування розробляється модель з урахуванням історичних даних про споживання енергії.

Вибір змінних: Визначення факторів, що впливають на споживання енергії, таких як погодні умови, день тижня, доба і т.д.

Побудова моделі: Навчання моделі на історичних даних із використанням обраного методу прогнозування.

Оцінка якості моделі: Оцінка точності та ефективності моделі за допомогою метриків, таких як середньоквадратична помилка (MSE), середня абсолютна помилка (MAE), коефіцієнт детермінації ( $R^2$ ) тощо.

Прогнозування майбутнього споживання:

Після розробки моделі можна розпочати прогнозування майбутнього споживання енергії.

Введення зовнішніх даних: У разі використання зовнішніх факторів, таких як погодні дані, необхідно вводити значення для прогнозу.

Прогнозування часових рядів: Застосування розробленої моделі до нових даних прогнозування майбутнього споживання енергії.

Оцінка невизначеності: Оцінка невизначеності прогнозу за допомогою довірчих інтервалів або діапазонів прогнозу.

Впровадження та моніторинг:

Після отримання прогнозу він може бути використаний для планування та оптимізації роботи системи енергопостачання.

Використання прогнозу для планування роботи системи енергопостачання, оптимізації витрат та управління ресурсами.

Моніторинг та оновлення: Регулярний моніторинг роботи прогнозної моделі та її оновлення на основі нових даних та змін у системі енергопостачання.

Прогнозування споживання енергії є важливим інструментом для ефективного управління енергопостачанням та зниження витрат.

### 1.2.6. Оптимізація

Оптимізація споживання енергії в малих населених пунктах відіграє ключову роль у забезпеченні енергоефективності та зниженні витрат. Розглянемо детально цей процес:

- Аналіз даних та виявлення вузьких місць:

Перший крок у оптимізації споживання енергії – це проведення аналізу даних про споживання енергії та виявлення вузьких місць, де можна підвищити енергоефективність.

Ідентифікація споживачів: Визначення основних споживачів енергії у населеному пункті, включаючи житлові будинки, комерційні та громадські будівлі.

Аналіз витрат: Оцінка витрат за енергію кожному за споживача і виявлення найбільш затратних областей.

- Впровадження енергоефективних технологій:

Після ідентифікації вузьких місць можна розпочати впровадження енергоефективних технологій та заходів для оптимізації споживання енергії.

Ізоляція будівель: Покращення теплоізоляції будівель для зниження споживання енергії на опалення та кондиціонування.

Встановлення енергоефективного обладнання: Заміна застарілих та неефективних систем опалення, вентиляції та кондиціонування на енергоефективні аналоги.

Використання відновлюваних джерел енергії: Використання сонячних батарей або вітрогенераторів для виробництва електроенергії на місцевому рівні.

- Впровадження систем управління енергоспоживанням:

Системи управління енергоспоживанням допомагають оптимізувати витрати енергії та знизити витрати.

Автоматизація систем: Впровадження автоматизованих систем керування, що регулюють споживання енергії залежно від поточного навантаження та цін на енергію.

Дистанційне керування: Можливість керування енергоспоживанням на відстані за допомогою мобільних програм або веб-інтерфейсів.

– Навчання та освіта:

Навчання мешканців та працівників населеного пункту основам енергоефективності та способам оптимізації споживання енергії відіграє важливу роль у досягненні цілей щодо зниження енергоспоживання.

Семінари та тренінги: Організація навчальних заходів для населення щодо методів енергозбереження та енергоефективності.

Інформаційні кампанії: Проведення інформаційних кампаній щодо переваг використання енергоефективних технологій та практик.

– Моніторинг та аналіз результатів:

Важливо регулярно моніторити та аналізувати результати проведених заходів для оптимізації споживання енергії.

Збір даних: Продовження збору даних про споживання енергії для аналізу та моніторингу.

– Аналіз результатів: Оцінка ефективності впроваджених заходів та виявлення можливих галузей для подальшої оптимізації.

Оптимізація споживання енергії у малих населених пунктах потребує комплексного підходу та впровадження різноманітних заходів, спрямованих на підвищення енергоефективності та зниження витрат на енергію.

Основна ідея полягає в тому, що ефективність енергоспоживання залежить від різних факторів, таких як планування режиму роботи, оптимізація режиму роботи структурних елементів, планування та оптимізація режиму електроспоживання, а також управління ним. Це важливо для забезпечення ефективного використання енергії та зниження витрат. Модель оцінювання рівня

енергоефективності може бути розроблена на основі типу задач аналізу, що дозволить визначити оптимальні рішення для забезпечення ефективного використання ресурсів.

$$EE = f \left\{ \begin{array}{l} (E_{\text{вик.прир.рес.}}, E_{\text{вик.уст.}}, E_{\text{вик.енергії}}) \\ (E_{\text{стану}}, E_{\text{орг. пр.}}) \\ (E_{\text{опт.}}, E_{\text{пл.}}, E_{\text{упр.}}) \end{array} \right\}$$

$$E_i = f(x_1, \dots, x_n),$$

де  $n$  – кількість чинників.

### 1.2.7. Управління

Управління споживанням енергії в малих населених пунктах включає низку заходів і практик, спрямованих на ефективне управління споживанням, розподілом та контролем енергії. Давайте розглянемо цей процес детальніше:

– Управління енергопостачанням:

Ефективне управління енергопостачанням відіграє важливу роль у забезпеченні надійності та ефективності роботи системи. Це включає в себе:

Планування ресурсів: Визначення потреби в енергії та планування ресурсів для забезпечення безперервного та стабільного енергопостачання.

Оптимізація завантаження: Розподіл навантаження різні джерела енергії з метою зниження витрат і підвищення ефективності використання ресурсів.

– Управління мережею енергопостачання:

Ефективне управління мережею енергопостачання допомагає забезпечити стабільний та безпечний розподіл енергії в населеному пункті.

Моніторинг мережі: Регулярне монітування стану мережі для виявлення можливих проблем та запобігання аваріям.

Управління навантаженням: Розподіл навантаження різні ділянки мережі з метою запобігання перевантажень і зниження витрат.

– Управління енергоспоживанням:

Ефективне управління енергоспоживанням включає заходи щодо зниження споживання енергії та оптимізації його використання.

Енергозберігаючі заходи: Впровадження технологій та практик, спрямованих на зниження споживання енергії, таких як енергоефективне обладнання, ізоляція будівель тощо.

Навчання та інформування: Проведення освітніх кампаній та програм для населення про методи енергозбереження та енергоефективності.

– Управління даними та інформацією:

Управління даними та інформацією про споживання енергії є важливим аспектом ефективного керування енергопостачанням.

Збір та аналіз даних: Збір та аналіз даних про споживання енергії для виявлення тенденцій та визначення оптимальних стратегій управління.

Обмін інформацією: Обмін інформацією про споживання енергії між різними учасниками системи, такими як споживачі, постачальники енергії та регулюючі органи.

– Управління ризиками та безпекою:

Управління ризиками та безпека є ключовими аспектами управління енергопостачанням.

Аналіз та оцінка ризиків: Аналіз та оцінка потенційних ризиків для енергопостачання та розробка стратегій та заходів щодо їх зниження.

Безпека мережі: Забезпечення безпеки мережі енергопостачання та запобігання можливим загрозам та атакам.

– Управління змінами та інноваціями:

Управління змінами та інноваціями включає пошук нових методів і технологій для підвищення ефективності та поліпшення якості енергопостачання.

Інновації в технологіях: Дослідження та впровадження нових технологій та методів для оптимізації енергопостачання та енергоспоживання.

- Управління проектами: Планування та управління проектами щодо впровадження нових технологій та методів управління енергопостачанням.

Управління споживанням енергії у малих населених пунктах потребує комплексного підходу та впровадження різних стратегій та практик, щоб забезпечити надійне, ефективне та стійке енергопостачання.

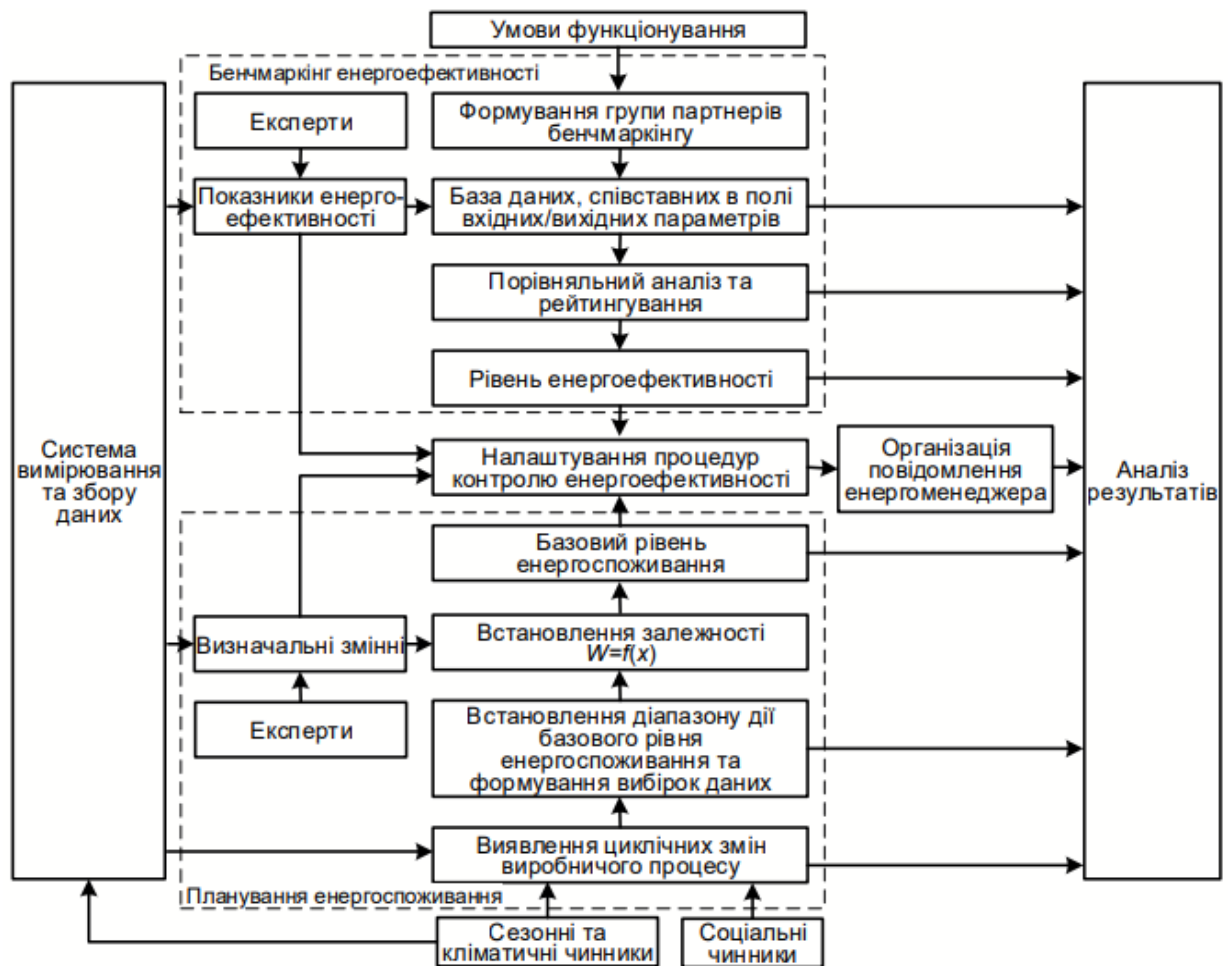


Рисунок 1.1 - Задачі моніторингу енергоефективності

### 1.2.8. Звітність

Звітність у контексті управління енергоспоживанням у малих населених пунктах відіграє важливу роль у забезпеченні прозорості, моніторингу результатів та прийнятті обґрунтованих рішень. Давайте розглянемо цей процес детальніше:

– Визначення ключових показників:

Першим кроком у створенні звітності є визначення ключових показників продуктивності (KPI), які відображатимуть ефективність управління енергоспоживанням.

Споживання енергії: Загальне споживання енергії у населеному пункті за часом та типом ресурсу (електрика, паливо, вода тощо).

Енергоефективність: Показники енергоефективності, такі як рівень споживання енергії на будинок або квадратний метр площі.

Використання відновлюваних джерел енергії: Частка енергії, що одержується з відновлюваних джерел, таких як сонячна або вітрова енергія.

– Збір даних та аналіз:

Для створення звітності необхідно збирати дані про споживання енергії та продуктивність системи управління енергоспоживанням.

Системи моніторингу та обліку: Використання спеціалізованих систем моніторингу та обліку для збору даних про споживання енергії.

Аналіз даних: Обробка та аналіз даних для виявлення трендів, аномалій та проблем в управлінні енергоспоживанням.

– Створення звітів:

На основі зібраних даних створюються звіти, що надають інформацію про поточний стан та ефективність управління енергоспоживанням.

Статистичні звіти: Подання статистичних показників про споживання енергії та енергоефективності.



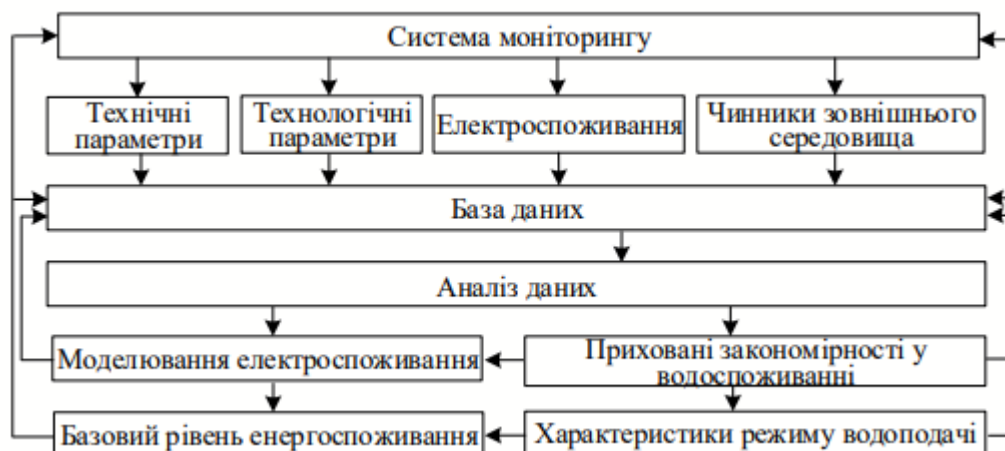


Рисунок 1.2 - Укрупнена структура процедури формування

Графічні звіти: Візуалізація даних у вигляді графіків та діаграм для наочного подання трендів та аномалій.

Зведені звіти: Зведена інформація про ключові показники продуктивності та ефективності управління енергоспоживанням.

– Поширення звітності:

Створені звіти поширюються серед заінтересованих сторін для інформування та прийняття рішень.

Розповсюдження звітів серед членів команди управління енергоспоживанням та інших зацікавлених співробітників.

Зовнішнє поширення: Надання звітів стейкхолдерам, таким як керівництво, акціонери, регулюючі органи та громадськість.

– Моніторинг та аналіз результатів:

Після поширення звітності важливо проводити моніторинг результатів та аналізувати їх вплив на продуктивність та ефективність управління енергоспоживанням.

Оцінка досягнення цілей: Оцінка ступеня досягнення поставленої мети з управління енергоспоживанням.

Ідентифікація областей для покращення: Виявлення областей, що потребують покращення, та розробка планів дій для підвищення ефективності керування енергоспоживанням.

Звітність є важливим інструментом для забезпечення прозорості та ефективності управління енергоспоживанням у малих населених пунктах. Вона дозволяє зацікавленим сторонам стежити за результатами та приймати обґрунтовані рішення для покращення енергоефективності та зниження витрат.

### **Висновки до розділу**

Проведений аналіз показав, що сучасні технології автоматизації збору та моніторингу даних про енергоспоживання є надзвичайно важливими для підвищення ефективності енергетичних систем у малих населених пунктах. Встановлено, що використання інформаційних систем дозволяє значно знизити витрати на обслуговування енергетичних мереж та підвищити точність обліку електроенергії.

Розробка інформаційної системи дозволить значно спростити процеси управління енергоспоживанням у малих населених пунктах, забезпечити точність збору та аналізу даних, а також сприяти підвищенню енергоефективності за рахунок надання рекомендацій з оптимізації споживання електроенергії. Впровадження цієї системи може сприяти зменшенню витрат на електроенергію та підвищенню надійності енергопостачання у малих населених пунктах.

Додатково, впровадження таких систем дозволяє покращити комунікацію між постачальниками електроенергії та споживачами. Це створює прозорість у взаємовідносинах та забезпечує зворотний зв'язок, що дозволяє оперативно реагувати на будь-які збої або проблеми у системі енергопостачання.

Крім того, такі інформаційні системи сприяють залученню населення до процесу енергозбереження. Завдяки наданню точних даних про споживання електроенергії та рекомендацій з оптимізації, користувачі можуть усвідомлено підходити до споживання ресурсів, що в свою чергу знижує загальне навантаження на енергетичну систему.

Автоматизація процесів дозволяє не лише зменшити людський фактор у зборі та обробці даних, але й покращити швидкість та якість обслуговування. Інформаційні системи можуть оперативнo оновлювати дані та забезпечувати доступ до актуальної інформації у реальному часі, що є критично важливим для ефективного управління енергоспоживанням.

Загалом, впровадження сучасних інформаційних систем у малих населених пунктах є важливим кроком на шляху до створення розумних енергетичних мереж (smart grids), які забезпечують інтеграцію різноманітних джерел енергії, оптимізацію енергоспоживання та підвищення загальної стійкості енергетичної системи. Це не лише сприяє економії коштів, але й має значний позитивний вплив на навколишнє середовище, знижуючи викиди парникових газів та покращуючи екологічну ситуацію в регіоні.

## РОЗДІЛ 2

### ПРАКТИЧНА РЕАЛІЗАЦІЯ ІНФОРМАЦІЙНОЇ СИСТЕМИ МОНІТОРИНГУ ТА ОПТИМІЗАЦІЇ ЕНЕРГОСПОЖИВАННЯ

#### 2.1. Алгоритм розробленої програми

Блок-схема, зображена на рисунку 2.1, представляє алгоритм збору, обробки, аналізу, оптимізації та моніторингу даних про споживання електроенергії. Ось детальний опис призначення і роботи кожного блоку:

Початок:

- Призначення: Вказує на початок алгоритму.
- Робота: Початок процесу.

Збір даних:

- Призначення: Збір показань лічильників електроенергії від споживачів.
- Робота: Користувачі вводять дані про споживання електроенергії.

Передача даних до системи:

- Призначення: Передача зібраних даних у систему для подальшої обробки.
- Робота: Дані, зібрані від споживачів, передаються до центральної системи.

Отримання даних:

- Призначення: Прийом даних системою.
- Робота: Система отримує дані від користувачів для аналізу.

Обробка даних:

- Призначення: Первинна обробка зібраних даних.
- Робота: Дані перевіряються на помилки та підготовляються для аналізу.

#### Аналіз даних:

- Призначення: Аналіз даних для виявлення тенденцій та потреб в оптимізації.
- Робота: Система аналізує зібрані та оброблені дані.

#### Збереження даних:

- Призначення: Збереження результатів аналізу.
- Робота: Результати аналізу зберігаються в системі для подальшого використання.

#### Потрібна оптимізація:

- Призначення: Прийняття рішення щодо необхідності оптимізації.
- Робота: Визначення, чи потрібно вживати заходи з оптимізації на основі аналізу даних.
- Варіанти: Так або Ні.

#### Оптимізація:

- Призначення: Реалізація заходів з оптимізації.
- Робота: Якщо потрібна оптимізація, розробляються та впроваджуються рекомендації для споживачів.

#### Управління:

- Призначення: Управління процесом моніторингу та калькуляції.
- Робота: Якщо оптимізація не потрібна, система переходить до управління даними.

#### Моніторинг:

- Призначення: Моніторинг споживання електроенергії.
- Робота: Постійний контроль за споживанням електроенергії та надання користувачам інформації про їхнє споживання.

#### Кінець:

- Призначення: Вказує на завершення алгоритму.

- Робота: Завершення процесу після виконання всіх попередніх етапів.

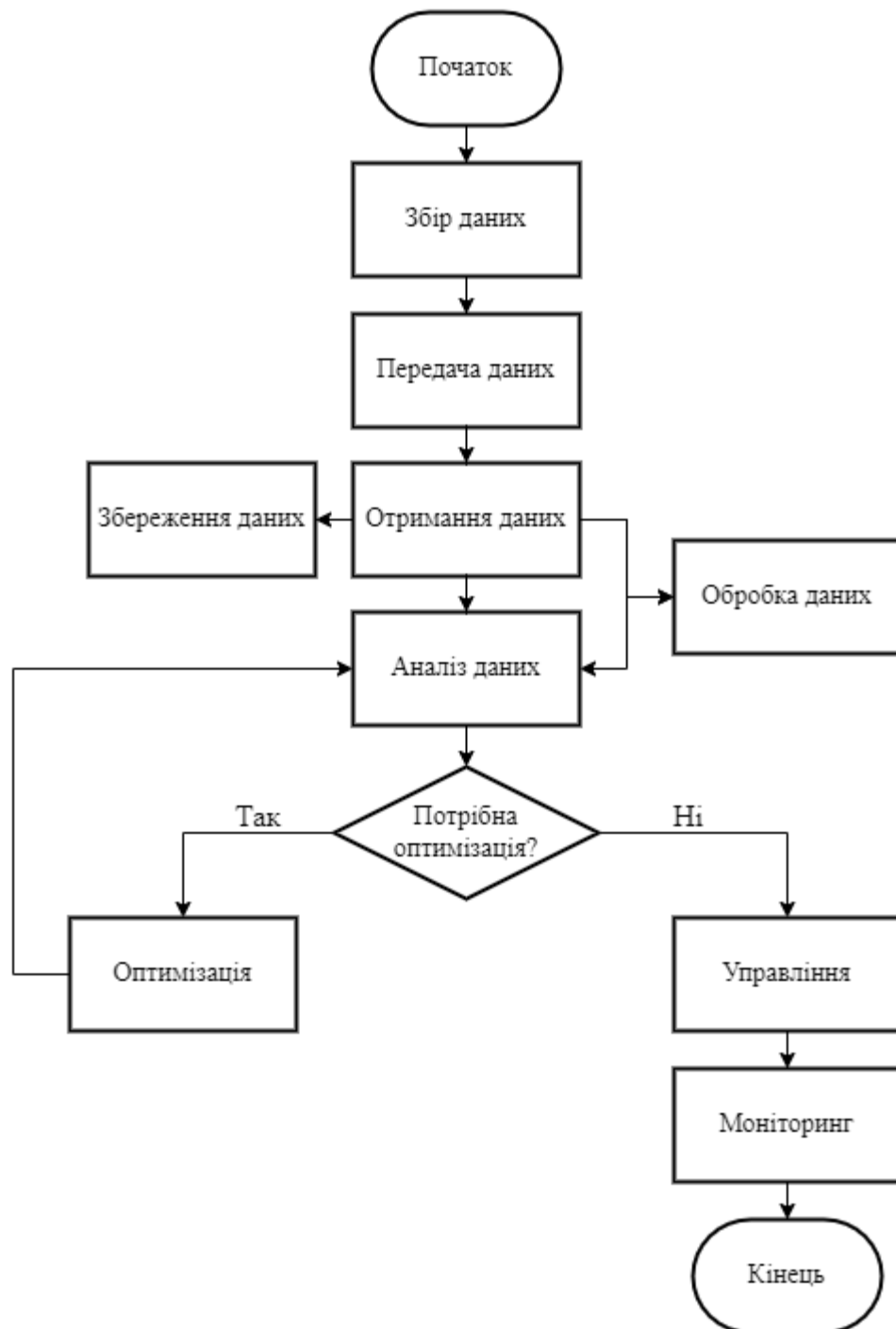


Рисунок 2.1 - Блок-схема алгоритму роботи системи



Рисунок 2.2 – Структура інформаційної системи моніторингу та оптимізації електроенергії

Структура інформаційної системи:

Збір даних:

Опис: Цей модуль відповідає за збір даних від споживачів електроенергії. Дані можуть бути отримані через різні канали, такі як мобільні додатки, веб-портали, або безпосередньо з лічильників.

Функції:

- Збір показань лічильників
- Автоматичне зчитування даних з інтелектуальних лічильників
- Введення даних користувачами через інтерфейс

Передача даних:

Опис: Цей модуль забезпечує передачу зібраних даних у центральну систему для подальшої обробки та аналізу.

Функції:

- Надсилання даних через захищені канали зв'язку
- Підтвердження отримання даних

Отримання даних:

Опис: Модуль, що приймає дані від користувачів і готує їх для обробки.

Функції:

- Прийом та збереження даних у базі даних
- Верифікація отриманих даних на наявність помилок

Збереження даних:

Опис: Модуль для зберігання результатів аналізу даних.

Функції:

- Збереження оброблених даних у базі даних
- Архівування даних для подальшого використання

Обробка даних:

Опис: Цей модуль відповідає за первинну обробку зібраних даних.

Функції:



- Перевірка даних на коректність
- Форматування даних для подальшого аналізу

Аналіз даних:

Опис: Модуль, що аналізує отримані дані для виявлення тенденцій споживання електроенергії та потреб в оптимізації.

Функції:

- Статистичний аналіз даних
- Виявлення аномалій у споживанні
- Формування звітів і графіків споживання

Оптимізація:

Опис: Модуль, що реалізує заходи з оптимізації на основі отриманих даних та аналізу.

Функції:

- Розробка рекомендацій для споживачів
- Підтримка ШІ для надання індивідуальних порад користувачам
- Впровадження автоматичних заходів з оптимізації

Управління:

Опис: Модуль, що забезпечує загальне управління процесами моніторингу та обліку електроенергії.

Функції:

- Управління доступом користувачів до системи
- Настроювання параметрів обліку та моніторингу

Моніторинг:

Опис: Модуль, що здійснює постійний моніторинг споживання електроенергії.

Функції:

- Нагляд за поточним споживанням електроенергії

- Відправлення сповіщень користувачам про аномалії та надмірне споживання

Інформаційна система працює циклічно, починаючи з збору даних та завершуючи моніторингом і оптимізацією. Користувачі вводять дані, які потім обробляються та аналізуються для виявлення можливостей з оптимізації. Система постійно моніторить споживання електроенергії, надаючи актуальні рекомендації з покращення ефективності. Впровадження такої системи сприяє зниженню витрат на електроенергію та підвищенню надійності енергопостачання у малих населених пунктах.

## **2.2. Форми для авторизації та реєстрації в кабінеті**

Форма для авторизації та реєстрації в особистому кабінеті розроблена таким чином, щоб забезпечити зручність та інтуїтивне використання для користувачів. Вона складається з декількох основних елементів, які дозволяють користувачам легко здійснювати вхід або реєстрацію в системі. Нижче наведено детальний опис кожного компонента форми.

Форма включає два основні режими: авторизацію (вхід) та реєстрацію нового користувача. В залежності від вибраного режиму, форма відображає відповідні поля для вводу даних.

У режимі авторизації користувач вводить свій логін або адресу електронної пошти в спеціальне поле. Це дозволяє користувачеві ідентифікувати себе в системі. Додатково, для забезпечення безпеки, користувач повинен ввести пароль. Поле для вводу пароля має функцію маскування введених символів, що захищає конфіденційність даних. Користувач має можливість увімкнути або вимкнути відображення пароля за допомогою спеціального символу в полі вводу. Після введення необхідних даних, користувач натискає кнопку "Увійти", яка

активується лише після заповнення всіх обов'язкових полів. Якщо дані введено правильно, система виконує авторизацію та надає доступ до особистого кабінету.

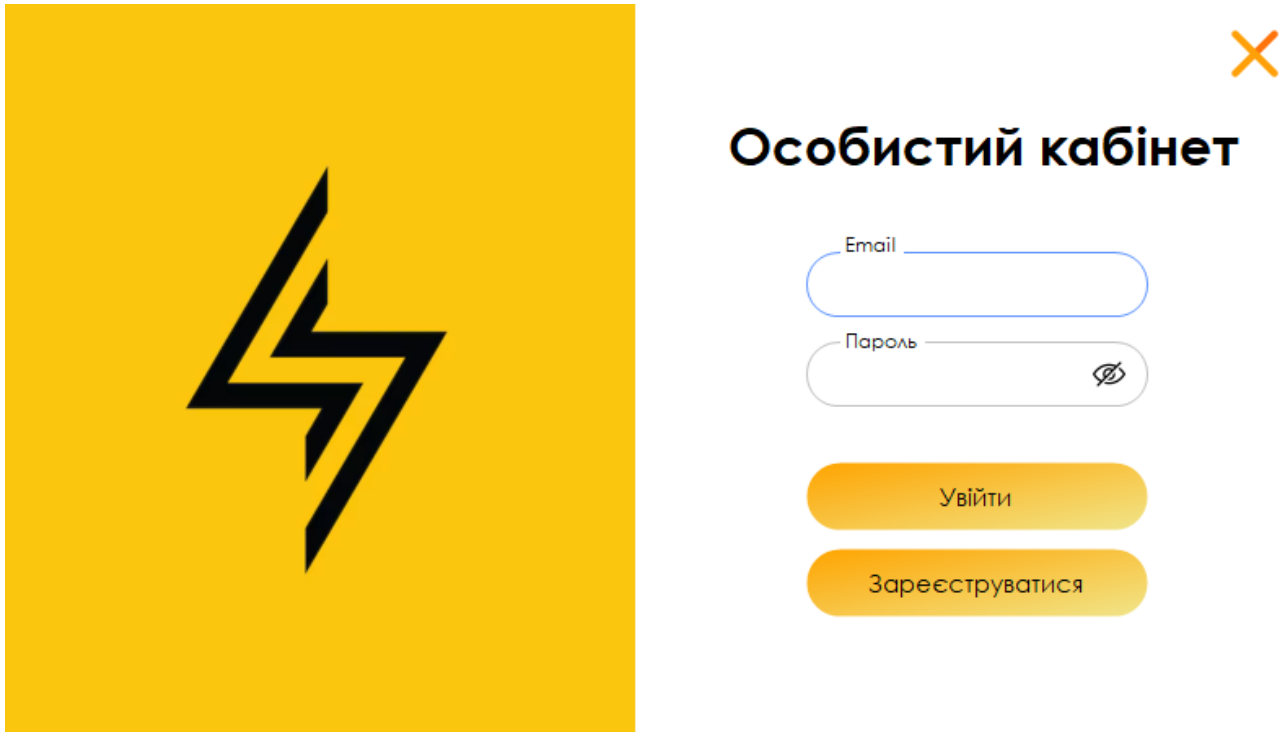
The image shows a user interface for a personal cabinet. On the left is a yellow square with a black lightning bolt icon. On the right, the title 'Особистий кабінет' is displayed in bold black text. Below the title are two input fields: 'Email' and 'Пароль'. The 'Пароль' field has a visibility toggle icon. Below the input fields are two yellow buttons: 'Увійти' and 'Зареєструватися'. A red 'X' icon is in the top right corner of the form area.

Рисунок 2.3 – Форма авторизації

Компоненти форми:

- Заголовок форми

Назва: "Авторизація та Реєстрація"

Опис: Користувач бачить заголовок, який інформує його про можливість увійти або зареєструвати новий обліковий запис.

- Режим вибору

Кнопки: "Авторизація" та "Реєстрація"

Опис: Дозволяє користувачу перемикатися між режимами авторизації та реєстрації. Це забезпечує простий і зручний інтерфейс для різних дій.

Поля вводу для авторизації:

– Електронна пошта:

Назва поля: "Email"

Тип поля: текстове поле

Плейсхолдер: "Email"

Опис: Поле для вводу електронної пошти користувача. Введена адреса буде використана для автентифікації.

– Пароль:

Назва поля: "Пароль"

Тип поля: поле для паролю

Плейсхолдер: "Пароль"

Опис: Поле для вводу паролю. Пароль повинен бути безпечним і відповідати вимогам безпеки.

– Показ паролю:

Назва поля: "guna2ImageCheckBox1"

Тип поля: checkbox

Опис: Чекбокс для показу паролю. Зручно для перевірки паролю, якщо помилились.

– Кнопка:

Назва кнопки: "Увійти"

Тип кнопки: кнопка для відправки даних

Опис: Користувач натискає цю кнопку для входу в систему після вводу електронної пошти та паролю.

– Кнопка:

Назва кнопки: "Закрити"

Тип кнопки: кнопка для закриття програми

Опис: Користувач натискає цю кнопку для виходу з програми.

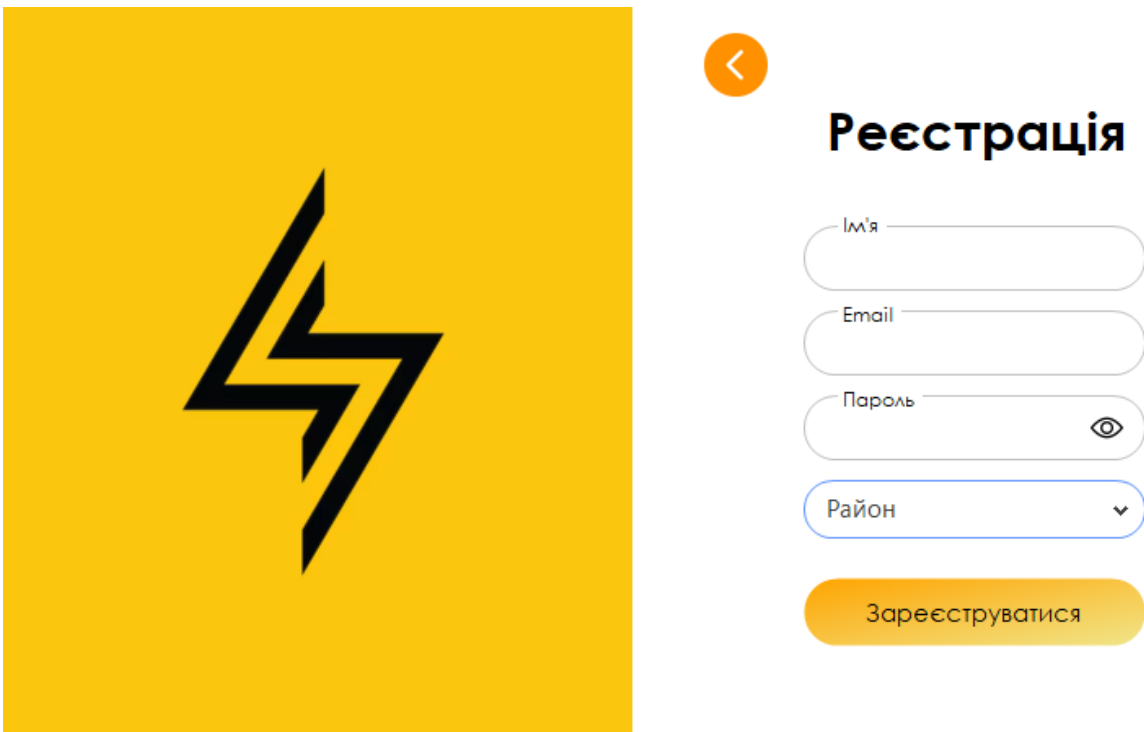


Рисунок 2.4 – Форма реєстрації

#### 4. Поля вводу для реєстрації

- Ім'я:

Назва поля: "Ім'я"

Тип поля: текстове поле

Плейсхолдер: "Ім'я"

Опис: Поле для вводу імені користувача. Ім'я буде відображатися в профілі користувача.

- Електронна пошта:

Назва поля: "Email"

Тип поля: текстове поле

Плейсхолдер: "Email"

Опис: Поле для вводу електронної пошти. Це буде основний засіб зв'язку та авторизації.

- Пароль:

Назва поля: "Пароль"

Тип поля: поле для паролю

Плейсхолдер: "Пароль"

Опис: Поле для створення паролю. Пароль повинен бути складним та безпечним.

– Показ паролю:

Назва поля: "guna2ImageCheckBox2"

Тип поля: checkbox

Опис: Чекбокс для показу паролю. Зручно для перевірки паролю, якщо помилились.

– Район:

Назва поля: "Район"

Тип поля: випадаючий список

Плейсхолдер: "Район"

Опис: Поле для вибору району проживання користувача

– Кнопка:

Назва кнопки: "Зареєструватися"

Тип кнопки: кнопка для відправки даних

Опис: Користувач натискає цю кнопку для створення нового облікового запису після заповнення всіх необхідних полів.

– Кнопка:

Назва кнопки: "Повернутися"

Тип кнопки: кнопка для повернення до форми авторизації

Опис: Користувач натискає цю кнопку для повернення до форми авторизації.



## Особистий кабінет

Email  !

Пароль  !

Рисунок 2.5 – Невірно вказані дані при авторизації

Регулярний вираз для перевірки адреси електронної пошти:

```
Ссылка: 4
public class EmailValidator
{
    Ссылка: 4
    public static bool IsValidEmail(string email)
    {
        // Регулярний вираз для перевірки адреси електронної пошти
        string pattern = @"^[a-zA-Z0-9._%+-]+@[a-zA-Z0-9.-]+\.[a-zA-Z]{2,}$";
        // Перевіряємо збіг введеного рядка із шаблоном регулярного виразу
        return Regex.IsMatch(email, pattern);
    }
}
```

Рисунок 2.6 – Паттерн для перевірки пошти

```
Ссылка: 2
public class NameValidator
{
    Ссылка: 2
    public static bool IsValidName(string name)
    {
        string pattern = @"^[a-zA-Za-яА-ЯёЁіІїїґ]{2,}$";
        return Regex.IsMatch(name, pattern);
    }
}
```

Рисунок 2.7 – Паттерн для перевірки паролю

```

ссылка: 1
private void guna2GradientButton1_Click(object sender, EventArgs e) //Кнопка авторизації
{
    string email = txtLogEmail.Text;
    string password = txtLogPass.Text;

    bool validEmail = !string.IsNullOrEmpty(email) && EmailValidator.IsValidEmail(email);
    bool validPassword = !string.IsNullOrEmpty(password) && password.Length >= 6;
}

```

Рисунок 2.8 – Перевірка на пусте поле

The image shows a registration form on a yellow background. On the left is a large black lightning bolt logo. On the right, the form is titled 'Реєстрація' and includes a back arrow. Below the title are four input fields: 'Ім'я', 'Email', 'Пароль', and 'Район'. Each field has a red error icon to its right. The 'Пароль' field also has an eye icon. At the bottom is a yellow button labeled 'Зареєструватися'.

Рисунок 2.9 – Не вказані дані при реєстрації

```

ссылка: 1
private void guna2GradientButton3_Click(object sender, EventArgs e) //Кнопка реєстрації
{
    string name = txtNameReg.Text;
    string email = txtRegEmail.Text;
    string password = txtRegPass.Text;

    bool validName = !string.IsNullOrEmpty(name) && NameValidator.IsValidName(name) && name.Length >= 2;
    bool validEmail = !string.IsNullOrEmpty(email) && EmailValidator.IsValidEmail(email);
    bool validPassword = !string.IsNullOrEmpty(password) && password.Length >= 6;
    bool validRayon = guna2ComboBox1.SelectedIndex != 0;
}

```

Рисунок 2.10 – Перевірка на валідність форми реєстрації



## 2.3. Форма функціоналу особистого кабінету

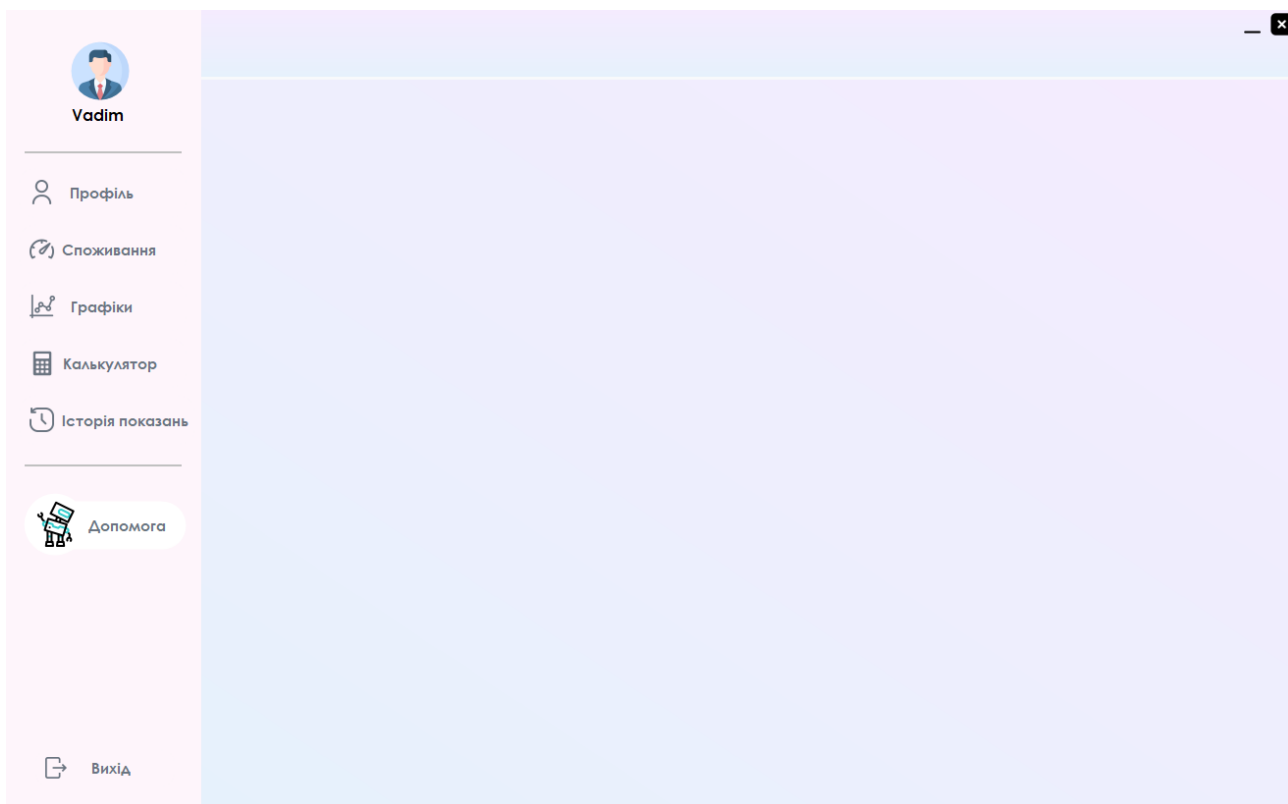


Рисунок 2.11 – Головна форма особистого кабінету

Компоненти форми:

- Заголовок форми

Назва: "EnerGO"

- Фото та ім'я користувача

Тип: picturebox; label

Опис: Дані про користувача. Змінити можна у профілі.

- Кнопка:

Назва кнопки: "Профіль"

Тип кнопки: кнопка для відкриття форми профілю

Опис: Користувач натискає цю кнопку для переходу до форми профілю, де може змінити дані.

– Кнопка:

Назва кнопки: "Споживання"

Тип кнопки: кнопка для відкриття форми передачі показань

Опис: Користувач натискає цю кнопку для переходу до форми профілю, де може передати показання за електроенергію.

– Кнопка:

Назва кнопки: "Графіки"

Тип кнопки: кнопка для відкриття форми графіків енергоспоживання

Опис: Користувач натискає цю кнопку для переходу до форми графіків.

– Кнопка:

Назва кнопки: "Калькулятор"

Тип кнопки: кнопка для відкриття форми для підрахунку плати за електроенергію

Опис: Користувач натискає цю кнопку для переходу до форми калькулятора.  
Зручно розрахувати суму оплати за електроенергію.

– Кнопка:

Назва кнопки: "Історія показань"

Тип кнопки: кнопка для відкриття форми історії показань споживача за електроенергію

Опис: Користувач натискає цю кнопку для переходу до форми історії показань.  
Можна дивитися показання за кожен місяць.

– Кнопка:

Назва кнопки: "Допомога"

Тип кнопки: кнопка для відкриття форми чату з штучним інтелектом

Опис: Користувач натискає цю кнопку для переходу до чату з ботом.

ШІ виконує роль допомоги в оптимізації, економії електроенергії та не тільки.

– Кнопка:

Назва кнопки: "Вихід"

Тип кнопки: кнопка для виходу з кабінету. Перехід в форму авторизації.

Опис: Користувач натискає цю кнопку для виходу з аккаунту.

– Кнопка:

Назва кнопки: "Закрити"

Тип кнопки: кнопка для закриття програми

Опис: Користувач натискає цю кнопку для виходу з програми.

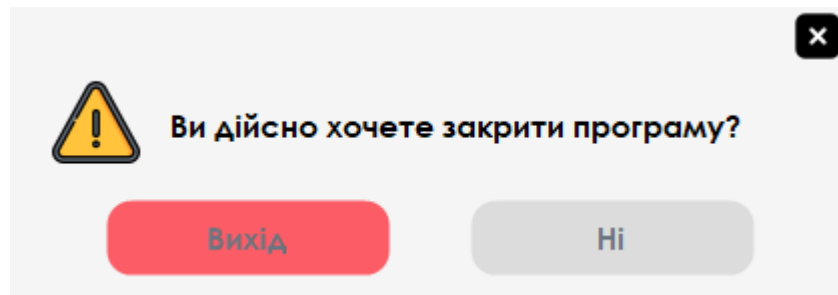


Рисунок 2.12– Форма у вигляді MessegeBox для підтвердження

## 2.4. Форма профілю

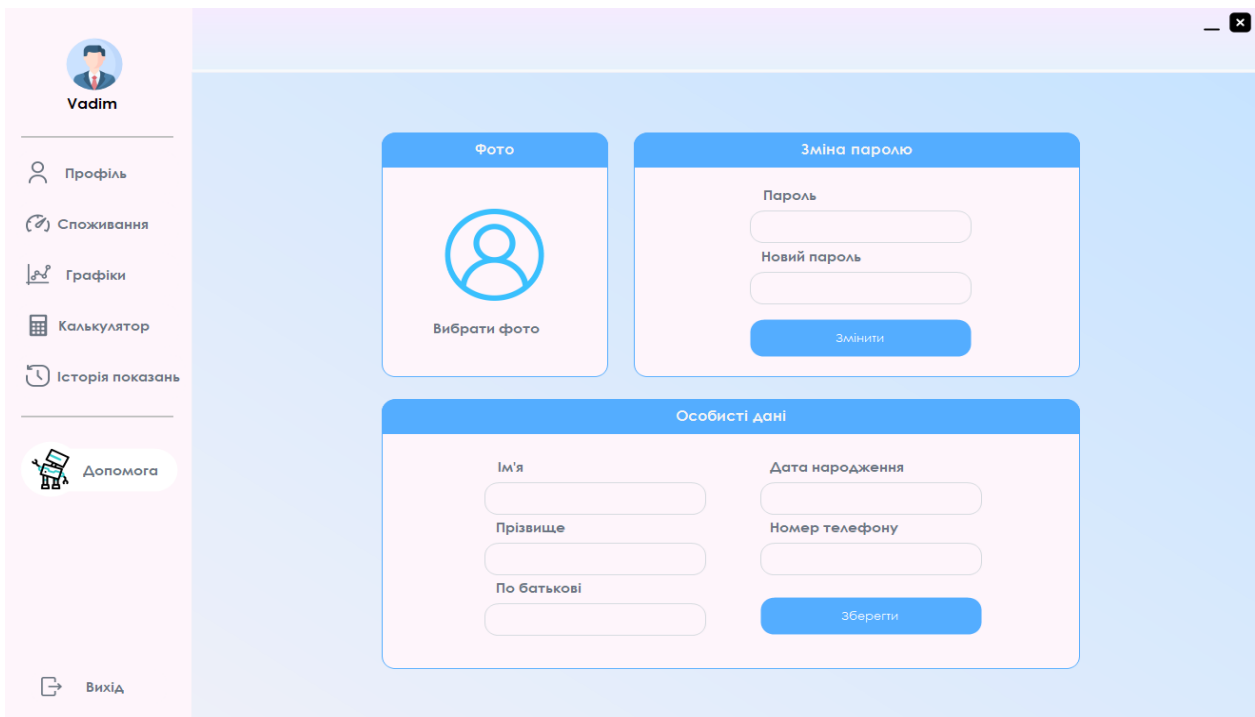


Рисунок 2.13 – Форма профілю

Компоненти форми:

- Завантаження фото

Тип кнопки: кнопка; picturebox

Опис: Користувач натискає цю кнопку для вибору фотографії профілю.

- Пароль:

Назва поля: "Пароль"

Тип поля: поле для паролю

Опис: Поле для вводу паролю.

- Пароль:

Назва поля: "Пароль"

Тип поля: поле для паролю

Опис: Поле для вводу нового паролю.

- Ім'я:

Назва поля: "Ім'я"

Тип поля: текстове поле

Опис: Поле для вводу або зміни імені користувача. Ім'я буде відображатися в профілі користувача.

- Прізвище:

Назва поля: "Прізвище"

Тип поля: текстове поле

Опис: Поле для вводу або зміни прізвища користувача.

- По батькові:

Назва поля: "По батькові"

Тип поля: текстове поле

Опис: Поле для вводу або зміни по батькові користувача.

- Дата народження:

Назва поля: "Дата народження"

Тип поля: текстове поле

Опис: Поле для вводу або зміни по дати народження користувача.

- Номер телефону:

Назва поля: "Номер телефону"

Тип поля: текстове поле

Опис: Поле для вводу номеру телефону користувача.

## 2.5. Форма споживання

фіксована ціна за електроенергію для населення - 2.8 грн/кВт\*год

Показання лічильника за номером телефону: **380968646597**

На дату: **вторник, 4 июня 2024 г.** Фіксуйте та передавайте дані лічильника за два дні до кінця місяця, а також включно до 3-го числа наступного

поточні		попередні		різниця
11459	—	11400	=	59 кВт*г

**Внести**

Рисунок 2.14 – Форма передачі показань

Компоненти форми:

- Вибір дати

Назва поля: "Дата"

Тип поля: календар

- Поточні показання:

Назва поля: "Дата народження"

Тип поля: текстове поле

Опис: Поле для вводу поточних показань за електроенергію.

– Кнопка:

Назва кнопки: "Внести"

Тип кнопки: кнопка для відправки та зберігання в базі показань за електроенергію

Опис: Користувач натискає цю кнопку для відправки.

### 2.5.1 Форма графіків

Вкладка графіків, де буде видно споживання користувача.

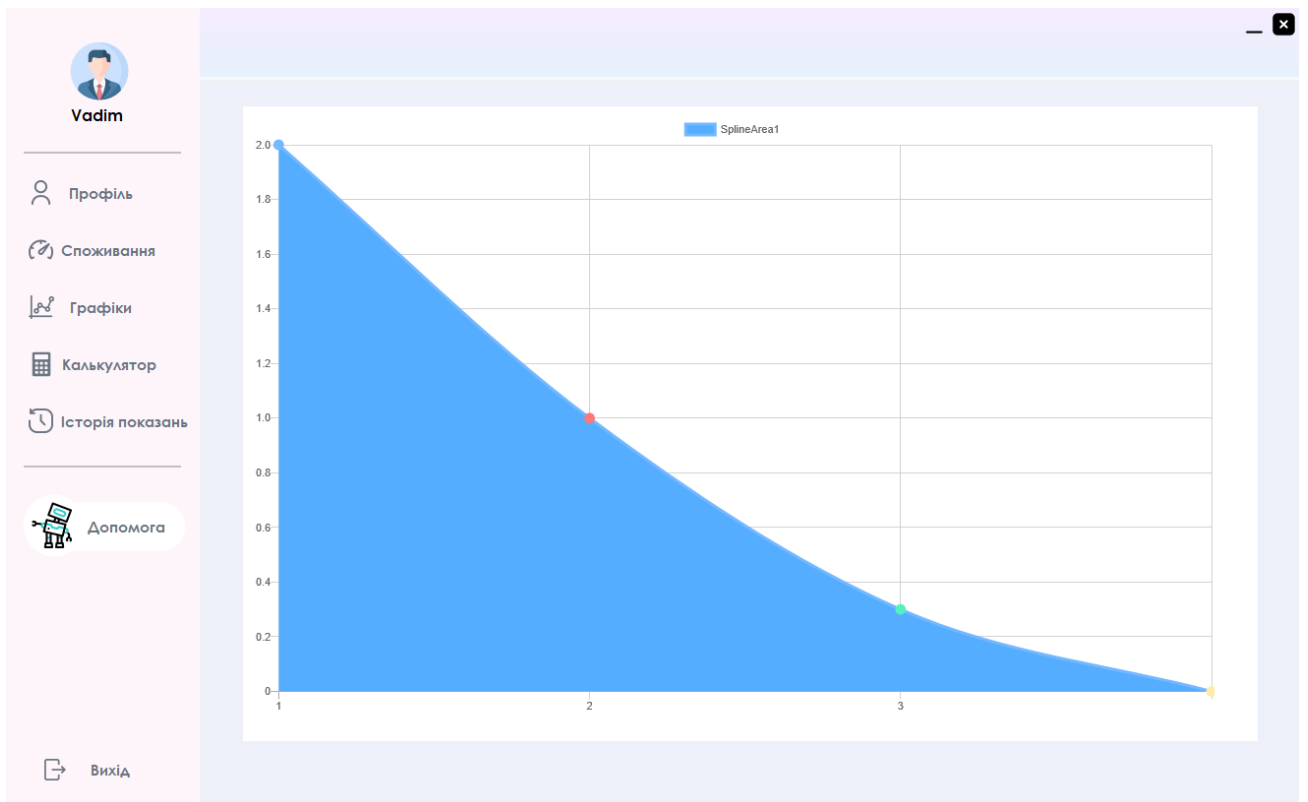


Рисунок 2.15 – Форма графіків

## 2.6. Форма чату зі штучним інтелектом

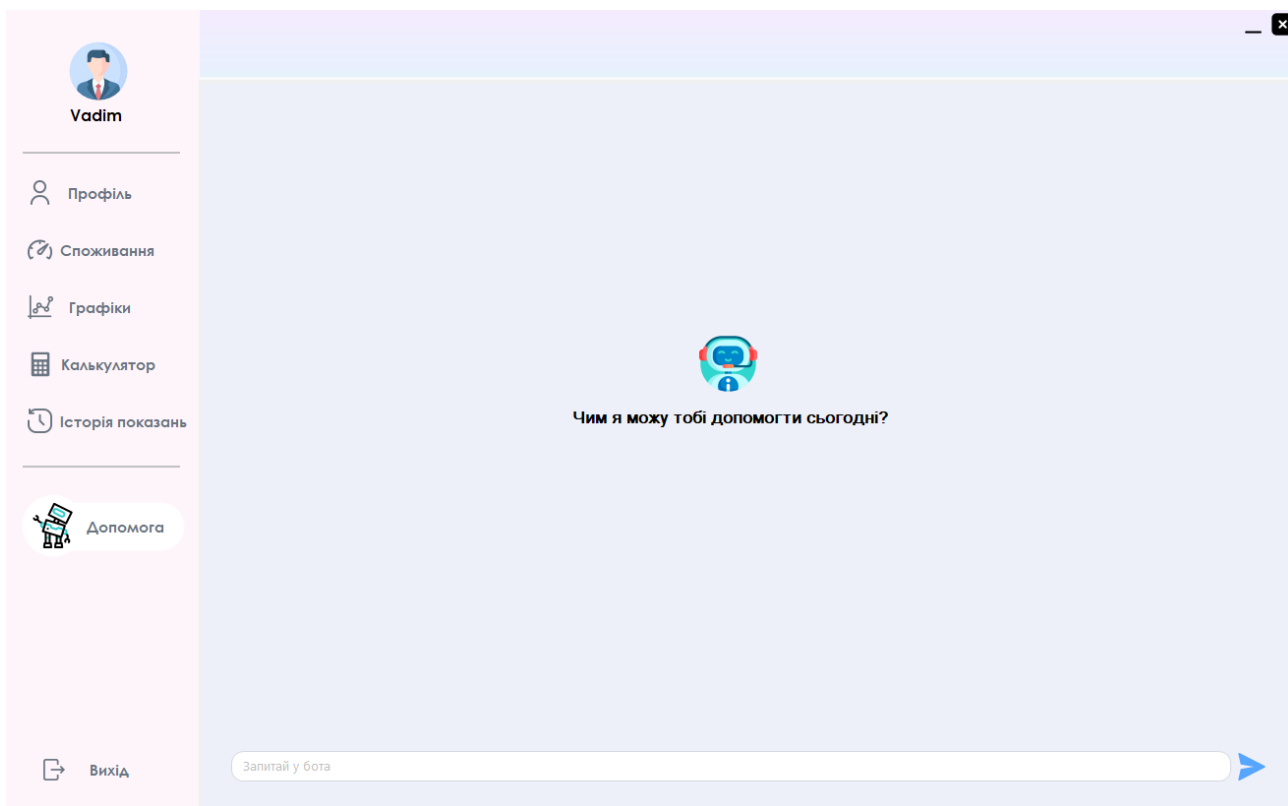


Рисунок 2.16 – Форма допомоги

Компоненти форми:

– Питання

Назва поля: "Запит"

Плейсхолдер: "Запитай у бота"

Тип поля: текстове поле

Опис: Поле для вводу питання, відправки запиту штучному інтелекту, який допоможе вирішити питання оптимізації, економії електроенергії та іншого.

– Кнопка:

Назва кнопки: "Відправити"

Тип кнопки: кнопка для відправки повідомлення

Опис: Користувач натискає цю кнопку для відправки повідомлення боту.



Рисунок 2.17 – Користувальницький елемент управління для користувача  
Компоненти елемента:

- Фото
- Панель
- Текст



Рисунок 2.18 – Користувальницький елемент управління для бота  
Компоненти елемента:

- Фото
- Панель
- Текст

## 2.7. Форма калькулятора електроенергії

**Калькулятор розрахунку оплати за електроенергію**

Тип лічильника	Однозонний
Покази лічильника	День
Поточні, кВт	<input type="text"/>
Попередні, кВт	<input type="text"/>
Різниця, кВт	<input type="text"/>
Зонний коефіцієнт	<input type="text"/>
Вартість	<b>0 грн</b>

Рисунок 2.19 – Форма калькулятора



Компоненти форми:

– Поточні

Назва поля: "Поточні, кВт"

Тип поля: текстове поле

Опис: Поле для вводу поточних показань за електроенергію.

– Попередні

Назва поля: "Попередні, кВт"

Тип поля: текстове поле

Опис: Поле для вводу попередніх показань за електроенергію.

– Різниця

Назва поля: "Різниця, кВт"

Тип поля: текстове поле

Опис: Поле, де буде відображатись різниця показань за електроенергію.

– Зонний коефіцієнт

Назва поля: "Зонний коефіцієнт"

Тип поля: текстове поле

Опис: Поле, для відображення зонного коефіцієнту. У нашому випадку це 1.

Приклад розрахунку електроенергії за лічильником:

Розрахунок електроенергії проводиться шляхом множення спожитої кількості електроенергії (кВт \* год) на тариф (грн / кВт \* год).  $\text{кВт*год} \times \text{грн/кВт*год}$

До спожитої електроенергії до 100 кВт\*год, застосовується тариф 0.9 грн/кВт\*год, а від 100кВт\*год – 1.68 грн/кВт\*год.

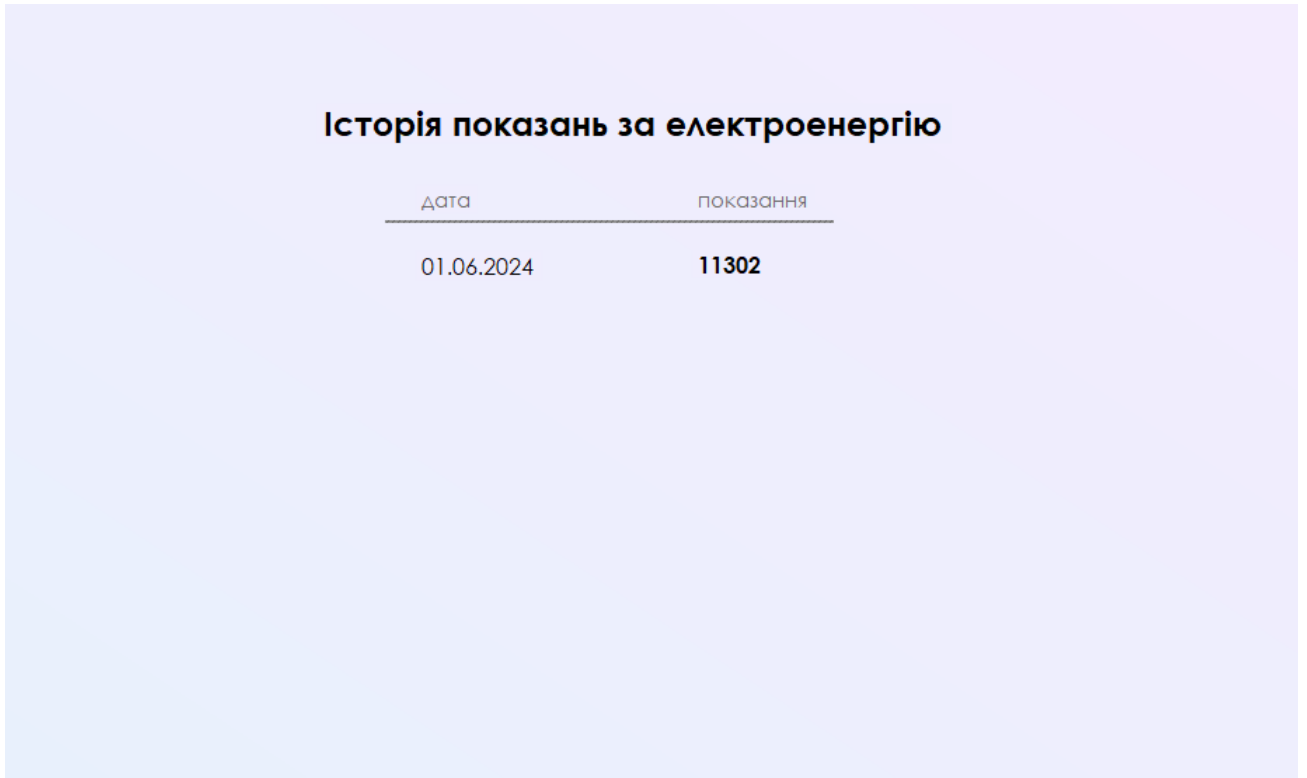
Таким чином, перші 100 кВт\*год обчислюємо за формулою:  $\text{кВт*год} \times 0.9$  грн/кВт\*год, а решта –  $\text{кВт*год} \times 1.68$  грн/кВт\*год

Якщо за місяць використано 235 кВт\*год електроенергії, перші 100 кВт\*год розраховуємо за тарифом 0.9 грн/кВт\*год:  $100 \text{ кВт*год} \times 0.9$  грн/кВт\*год = 90 грн.

Решта 135 кВт\*год розраховуємо за тарифом 1.68 грн/кВт\*год:  $135 \text{ кВт*год} \times 1.68 \text{ грн/кВт*год} = 226.80 \text{ грн}$ .

Всього:  $90 \text{ грн} + 226.80 \text{ грн} = 316.80 \text{ грн}$

## 2.8. Форма історії показань



Дата	Показання
01.06.2024	11302

Рисунок 2.20 – Форма історії показань з прикладом

Компоненти форми:

– Дата

Назва поля: "Дата"

Тип поля: текст

Опис: Дата подачі показань.

– Показання

Назва поля: "показання"

Тип поля: текст

Опис: Останні показання споживача.

## 2.9. Інструкція для користувача

Після запуску програми, користувача чекаю форма реєстрації та авторизації. Потрібно вказати коректні дані в поля імені, пошти, паролю та у випадяючому списку вибрати район проживання.

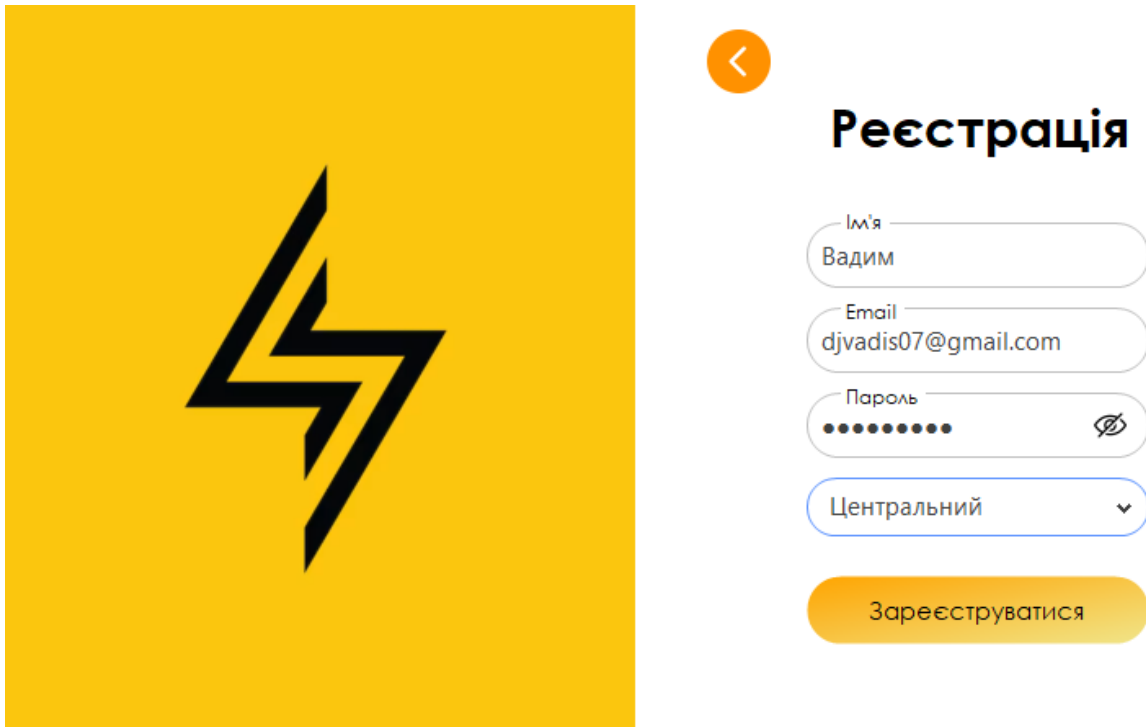
The image shows a registration form on a mobile device. On the left is a yellow square with a black lightning bolt icon. To the right is a white form with a blue back arrow in a yellow circle at the top left. The title 'Реєстрація' is in bold black text. Below it are four input fields: 'Ім'я' with the value 'Вадим', 'Email' with 'djvadis07@gmail.com', 'Пароль' with masked characters and an eye icon, and a dropdown menu with 'Центральний' selected. At the bottom is a yellow button with the text 'Зареєструватися'.

Рисунок 2.21 – Приклад коректних даних для реєстрації

Після успішної реєстрації користувач повинен ввести зареєстровані дані у поля авторизації.

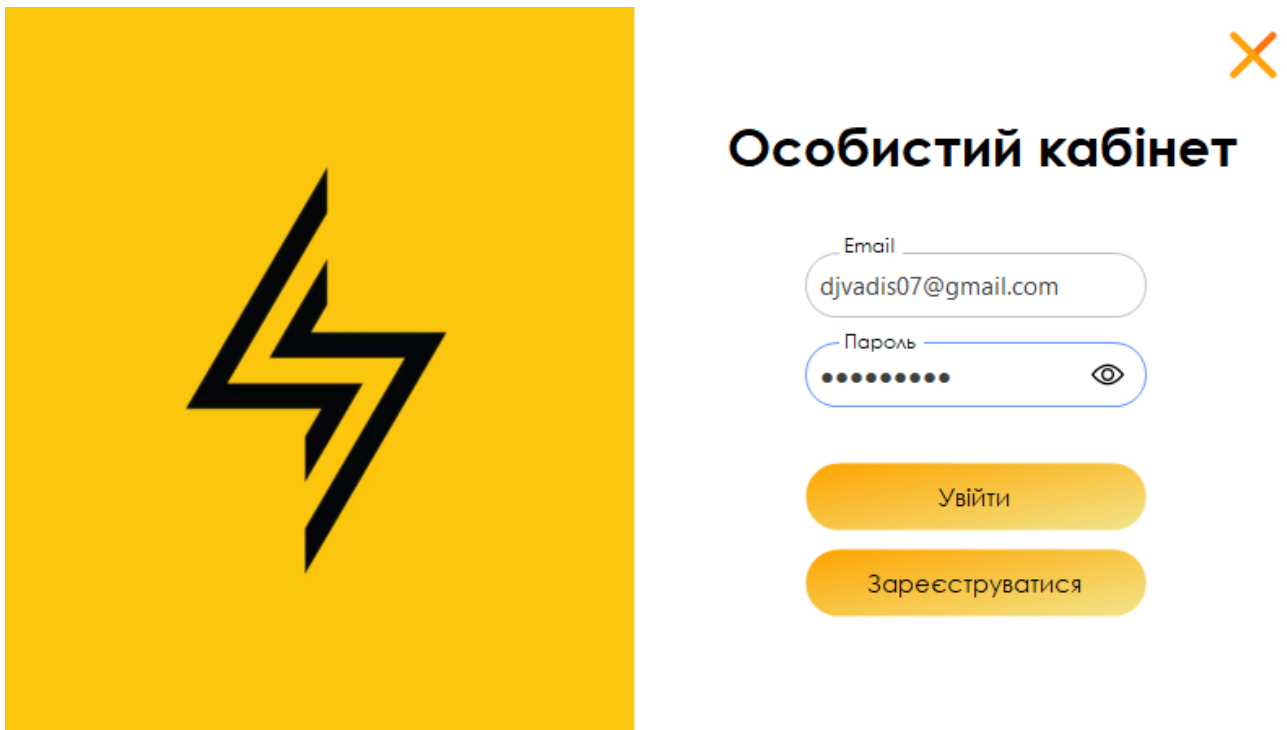


Рисунок 2.22 – Приклад коректних даних для авторизації

Адреса електронної пошти використовується як основний засіб зв'язку та для підтвердження реєстрації. Поле для створення пароля має вимоги до складності, щоб забезпечити безпеку облікового запису.

Потім користувача чекає загрузочний екран, після якого відкривається головне меню користування:

- Зміна даних у вкладці Профіль
- Передача показань у вкладці Споживання
- Моніторинг графіків споживання у вкладці Графіки
- Калькулятор розрахунку оплати за електроенергію у вкладці Калькулятор
- Усі передані показання користувача у вкладці Історія показань
- Поради щодо оптимізації та економії електроенергії у чаті з штучним інтелектом у вкладці Допомога.

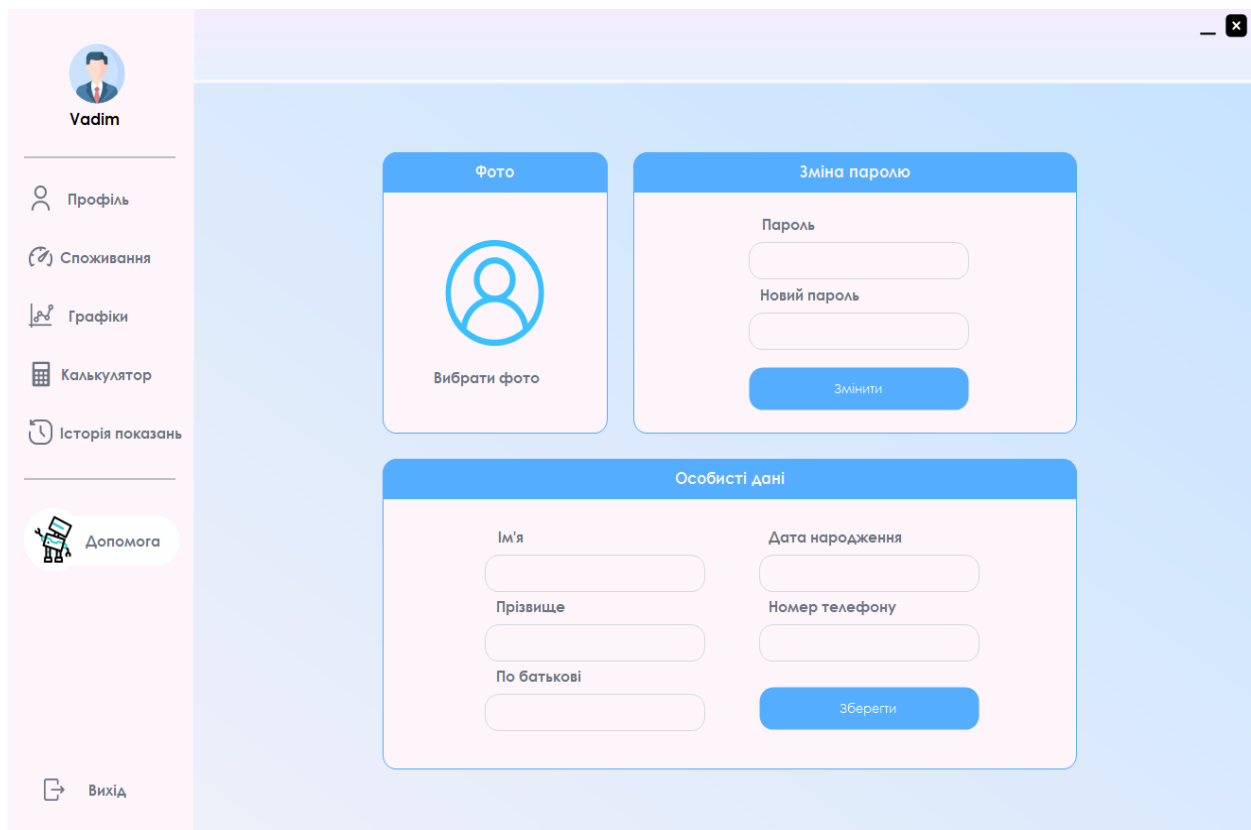


Рисунок 2.23 – Форма профілю споживача

Форма містить додаткові елементи, такі як вибір фото, зміна паролю, поля особистих даних: ім'я, прізвище, по батькові, дата народження, номер телефону.

Користувачу потрібно вписати свої дані у потрібні поля для вводу та обов'язково натиснути кнопку "Зберегти".

Інструкція:

- Натиснути кнопку "Вибрати фото" та вибрати файл на комп'ютері.
- Якщо потрібно змінити пароль: потрібно увести поточний, а потім новий.
- Для заповнення особистих даних потрібно заповнити відповідні поля: ім'я, прізвище, по батькові, дата народження, номер телефону та натиснути кнопку "Зберегти".

фіксована ціна за електроенергію для населення - 2,8 грн/кВт\*год

Показання лічильника за номером телефону: **380968646597**

На дату вторник, 4 июня 2024 г. Фіксуйте та передавайте дані лічильника за два дні до кінця місяця, а також включно до 3-го числа наступного

поточні	—	попередні	=	різниця
11459		11400		59 кВт*г

**Внести**

Рисунок 2.24 – Форма вводу показань

Користувачу потрібно натиснути на календар (помаранчева кнопка) та вибрати дату показань, далі ввести показання у поле "Поточні показання" та натиснути кнопку "Внести".

**Калькулятор розрахунку оплати за електроенергію**

Тип лічильника: Однозонний

Покази лічильника: День

Поточні, кВт:

Попередні, кВт:

Різниця, кВт:

Зонний коефіцієнт:

Вартість: **0 грн**

**Розрахувати**

Рисунок 2.25 – Форма калькулятора енергоспоживань

Споживачу потрібно ввести поточні та попередні показання за електроенергію та натиснути кнопку "Розрахувати".

## **Висновки до розділу**

Було показано всі форми та головні елементи програми. В особистому кабінеті користувачі можуть передавати показання лічильників електроенергії, що забезпечує точний облік споживання та своєчасну передачу даних до відповідних служб. Також є можливість змінювати особисті дані, пароль та фотографію профілю, що підтримує актуальність інформації та зручність користування. Програма дозволяє користувачам моніторити показання електроенергії за допомогою графіків. Ці графіки демонструють споживання електроенергії за певні періоди, що дає змогу аналізувати дані та виявляти тенденції. Крім того, програма пропонує графіки споживання електроенергії у всьому районі, що допомагає порівнювати особисті дані із загальними тенденціями та приймати більш обґрунтовані рішення. Важливою функцією програми є калькулятор плати за електроенергію. Цей інструмент дозволяє розраховувати вартість спожитої електроенергії на основі поточних тарифів. Калькулятор враховує введені показання лічильника та розраховує підсумкову суму, що допомагає планувати витрати та уникати несподіваних рахунків. Також слід сказати про історію показань, де можна переглянути усі передані показання за період. Для підвищення зручності та інформативності програма оснащена чатом зі штучним інтелектом. Користувачі можуть задавати питання ШІ щодо оптимізації та економії електроенергії. ШІ надає корисні поради та рекомендації, засновані на кращих практиках та аналізі даних, допомагаючи знижувати витрати на електроенергію та сприяти збереженню ресурсів і захисту навколишнього середовища.

## ВИСНОВКИ

На основі виконаної роботи можна зробити такі висновки і надати рекомендації:

Проведений аналіз показав, що сучасні технології автоматизації збору та моніторингу даних про енергоспоживання є надзвичайно важливими для підвищення ефективності енергетичних систем у малих населених пунктах. Використання інформаційних систем дозволяє значно знизити витрати на обслуговування енергетичних мереж та підвищити точність обліку електроенергії.

Розробка інформаційної системи дозволяє значно спростити процеси управління енергоспоживанням у малих населених пунктах, забезпечити точність збору та аналізу даних, а також сприяти підвищенню енергоефективності за рахунок надання рекомендацій з оптимізації споживання електроенергії. Впровадження цієї системи може сприяти зменшенню витрат на електроенергію та підвищенню надійності енергопостачання у малих населених пунктах.

У рамках виконання дипломної роботи було розроблено програму, яка надає користувачам зручний та функціональний інструмент для управління споживанням електроенергії. Програма включає безліч можливостей, які спрямовані на спрощення процесу обліку та оптимізації витрат електроенергії, а також на підвищення зручності взаємодії користувачів з енергетичною системою їхнього району.

Однією з ключових функцій програми є можливість реєстрації та авторизації користувачів.

Реєстрація дозволяє кожному користувачеві створити особистий кабінет, де він може зберігати та керувати своїми даними. Процес авторизації забезпечує



безпечний доступ до особистого кабінету, захищаючи дані користувачів від несанкціонованого доступу.

В особистому кабінеті користувачі можуть передавати показання лічильників електроенергії, що дозволяє точно враховувати спожиту електроенергію та своєчасно передавати дані до відповідних служб. Також в особистому кабінеті передбачені можливості для зміни особистих даних, пароля та фотографії профілю, що забезпечує актуальність інформації та зручність користування.

Програма надає користувачам можливість моніторингу їхніх показань електроенергії через графіки. Ці графіки відображають споживання електроенергії за певні періоди, що дозволяє користувачам аналізувати свої дані та виявляти тенденції споживання. Додатково програма надає графіки для моніторингу споживання електроенергії всього району, що допомагає користувачам порівнювати свої дані із загальними тенденціями та приймати більш поінформовані рішення.

Важливою функцією програми є калькулятор плати за електроенергію. Цей інструмент дозволяє користувачам розраховувати вартість спожитої електроенергії на основі поточних тарифів. Калькулятор враховує введені користувачем показання лічильника та розраховує підсумкову суму, що дозволяє користувачам планувати свої витрати та уникати несподіваних витрат.

Для підвищення зручності та інформативності програма оснащена чатом зі штучним інтелектом.

Користувачі можуть ставити питання ШІ щодо оптимізації та економії електроенергії. ШІ надає корисні поради та рекомендації, засновані на кращих практиках та аналізі даних. Це допомагає користувачам не лише знизити свої витрати на електроенергію, але й зробити свій внесок у збереження ресурсів та захист навколишнього середовища.

При розробці програми були використані сучасні технології та методи, що забезпечило високу продуктивність, надійність та безпеку.

Особливу увагу було приділено захисту даних користувачів та забезпеченню їхньої конфіденційності.

Розроблена програма є комплексним інструментом, який значно спрощує процес обліку та управління споживанням електроенергії.

Користувачі отримують доступ до широкого набору функцій, які допомагають їм ефективніше контролювати свої витрати та приймати обґрунтовані рішення. Програма не тільки полегшує взаємодію з енергетичною системою, а й сприяє підвищенню поінформованості користувачів про свої енергетичні звички та можливості їх покращення.

Розроблена програма може бути корисною не тільки для індивідуальних користувачів, але і для комунальних служб, надаючи їм зручні інструменти для збору та аналізу даних.

Надалі планується розширення функціоналу програми, додавання нових можливостей та покращення інтерфейсу для забезпечення максимальної зручності та користі для користувачів.

Подібні сервіси я зустрічав, але окремих програм з додатковими функціями не бачив, тому я вважаю, що розроблена програма є чимось новим і сучасним рішенням для управління споживанням електроенергії, і її впровадження може суттєво підвищити ефективність використання електроенергії та знизити витрати для користувачів у малих населених пунктах.

## СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Захарченко В. М. Системи автоматичного керування енергоспоживанням. Київ : Видавництво КНУ, 2017. 120 с.
2. Роговий А. І. Технології енергозбереження в побутових і промислових умовах. Львів : Львівська політехніка, 2018. 150 с.
3. Лисенко М. В. Методи контролю і управління енергоспоживанням. Харків : ХНУРЕ, 2019. 130 с.
4. Чернега В. П. Інформаційні технології в енергетиці. Дніпро : ДНУ, 2016. 160 с.
5. Гончаренко О. А. Автоматизація контролю і управління енергоспоживанням. Одеса : ОНАХТ, 2020. 145 с.
6. Васильєв М. О. Основи автоматизації виробничих процесів. Київ : Видавництво КНУ, 2018. 120 с.
7. Гусєв В. М., Смирнов В. І. Автоматизація технологічних процесів. Львів : Львівська політехніка, 2017. 200 с.
8. Петриченко А. А. Комп'ютерно-інтегровані технології в автоматизації виробничих процесів. Харків : ХНУРЕ, 2016. 140 с.
9. Шевченко О. П. Сучасні методи та засоби автоматизації. Одеса : ОНАХТ, 2015. 180 с.
10. Ковальчук О. В. Основи теорії автоматичного керування. Київ : НТУУ «КПІ», 2014. 210 с.
11. Деркач І. П. Основи метрології та стандартизації. Дніпро : ДНУ, 2017. 95 с.
12. Яковенко В. О. Теоретичні основи автоматизації. Київ : Видавництво НАУ, 2016. 230 с.
13. Кравченко С. П., Марчук О. І. Системи автоматизованого проектування. Львів : ЛНУ, 2018. 160 с.

14. Малинівський О. В. Сучасні технології автоматизації виробництва. Харків : ХП, 2019. 175 с.
15. Сидоренко А. І. Програмування промислових контролерів. Київ : Видавництво НТУУ «КПІ», 2015. 190 с.
16. Моркун Н. В., Маринич І. А. Методичні вказівки до виконання кваліфікаційної роботи бакалавру для студентів спеціальності 151 “Автоматизація та комп’ютерно-інтегровані технології”. Кривий Ріг : Видавничий центр КНУ, 2019. 50 с.
17. ДСТУ 3008:2015. Звіти у сфері науки і техніки. Структура і правила оформлення. Київ, ДП «УкрННЦ», 2015. 26с. (Інформація та документація).
18. ДСТУ 8302:2015. Бібліографічне посилання. Загальні вимоги та правила складання. Київ, ДП «УкрННЦ», 2016. 16 с. (Інформація та документація).
19. ДСТУ 3582:2013. Бібліографічний опис. Скорочення слів і словосполучень в українській мові. Загальні вимоги та правила. Київ, ДП «УкрННЦ», 2013. 23 с. (Інформація та документація).
20. ДСТУ 3651.0-97. Метрологія. Одиниці фізичних величин. Основні одиниці фізичних величин Міжнародної системи одиниць. Основні положення, назви та позначення. Київ, Держстандарт України, 1998. 27 с. (Інформація та документація).

## Текст розробленої програми

```
using System.Text;
using System.Threading.Tasks;
using System.Windows.Forms;
using System.Text.RegularExpressions;
using Guna.UI2.WinForms;

namespace WindowsFormsDiplom
{
    public partial class Form1 : Form
    {
        private bool dragging = false;
        private Point dragCursorPoint;
        private Point dragFormPoint;

        public Form1()
        {
            InitializeComponent();
            this.MouseDown += Form_MouseDown;
            this.MouseMove += Form_MouseMove;
            this.MouseUp += Form_MouseUp;

            txtNameReg.Click += guna2TextBox1_Click;
            txtRegEmail.Click += guna2TextBox2_Click;
            txtRegPass.Click += txtRegPass_Click;
            txtLogEmail.Click += txtLogEmail_Click;
            txtLogPass.Click += txtLogPass_Click;

            regPanel.Click += regPanel_Click;
            this.Click += Form1_Click;

            regPanel.BringToFront();
        }
    }
}
```

```
private void Form_MouseDown(object sender, MouseEventArgs e)
{
    dragging = true;
    dragCursorPoint = Cursor.Position;
    dragFormPoint = this.Location;
}
```

```
private void Form_MouseMove(object sender, MouseEventArgs e)
{
    if (dragging)
    {
        Point dif = Point.Subtract(Cursor.Position, new Size(dragCursorPoint));
        this.Location = Point.Add(dragFormPoint, new Size(dif));
    }
}
```

```
private void Form_MouseUp(object sender, MouseEventArgs e)
{
    dragging = false;
}
```

```
public class EmailValidator
{
    public static bool IsValidEmail(string email)
    {
        // Регулярний вираз для перевірки адреси електронної пошти
        string pattern = @"^[a-zA-Z0-9._%+-]+@[a-zA-Z0-9.-]+\.[a-zA-Z]{2,}$";
        // Перевіряємо збіг введеного рядка із шаблоном регулярного виразу
        return Regex.IsMatch(email, pattern);
    }
}
```

```
public class NameValidator
{
    public static bool IsValidName(string name)
    {
        string pattern = @"^[a-zA-Za-яA-ЯёЁіїІІгГ]{2,}$";
        return Regex.IsMatch(name, pattern);
    }
}
```

```

private void guna2GradientButton3_Click(object sender, EventArgs e) //Кнопка
реєстрації
{
    string name = txtNameReg.Text;
    string email = txtRegEmail.Text;
    string password = txtRegPass.Text;

    bool validName = !string.IsNullOrEmpty(name) &&
NameValidator.IsValidName(name) && name.Length >= 2;
    bool validEmail = !string.IsNullOrEmpty(email) &&
EmailValidator.IsValidEmail(email);
    bool validPassword = !string.IsNullOrEmpty(password) &&
password.Length >= 6;
    bool validRayon = guna2ComboBox1.SelectedIndex != 0;

    if (!validName)
    {
        guna2PictureBox5.Visible = true;
        txtNameReg.BorderColor = Color.Red;
    }
    else
    {
        guna2PictureBox5.Visible = false;
        txtNameReg.BorderColor = Color.Silver;
    }

    if (!validEmail)
    {
        guna2PictureBox1.Visible = true;
        txtRegEmail.BorderColor = Color.Red;
    }
    else
    {
        guna2PictureBox1.Visible = false;
        txtRegEmail.BorderColor = Color.Silver;
    }

    if (!validPassword)
    {
        guna2PictureBox2.Visible = true;
        txtRegPass.BorderColor = Color.Red;
    }
}

```

```

else
{
    guna2PictureBox2.Visible = false;
    txtRegPass.BorderColor = Color.Silver;
}

if (!validRayon)
{
    guna2PictureBox6.Visible = true;
    guna2ComboBox1.BorderColor = Color.Red;
}
else
{
    guna2PictureBox6.Visible = false;
    guna2ComboBox1.BorderColor = Color.Silver;
}

if (validName && validEmail && validPassword && validRayon)
{
    regPanel.Visible = false;
}

}

private void guna2GradientButton1_Click(object sender, EventArgs e) //Кнопка
авторизації
{

    string email = txtLogEmail.Text;
    string password = txtLogPass.Text;

    bool validEmail = !string.IsNullOrEmpty(email) &&
EmailValidator.IsValidEmail(email);
    bool validPassword = !string.IsNullOrEmpty(password) &&
password.Length >= 6;

    if (!validEmail)
    {

        guna2PictureBox3.Visible = true;
        txtLogEmail.BorderColor = Color.Red;
    }
}

```



```

    }
else
{
    guna2PictureBox3.Visible = false;
    txtLogEmail.BorderColor = Color.Silver;
}

if (!validPassword)
{

    guna2PictureBox4.Visible = true;
    txtLogPass.BorderColor = Color.Red;
}
else
{
    guna2PictureBox4.Visible = false;
    txtLogPass.BorderColor = Color.Silver;
}

if (validEmail && validPassword)
{
    Program.Context.MainForm = new Main();
    this.Close();

    Program.Context.MainForm.Show();
}
}

private void guna2TextBox1_Click(object sender, EventArgs e)
{
    label9.Visible = true;
    txtNameReg.PlaceholderText = "";
}

private void guna2TextBox2_Click(object sender, EventArgs e)
{
    label7.Visible = true;
    txtRegEmail.PlaceholderText = "";
}

private void txtRegPass_Click(object sender, EventArgs e)
{

```

```

        label10.Visible = true;
        txtRegPass.PlaceholderText = "";
    }

private void txtLogEmail_Click(object sender, EventArgs e)
{
    label2.Visible = true;
    txtLogEmail.PlaceholderText = "";
}

private void txtLogPass_Click(object sender, EventArgs e)
{
    label3.Visible = true;
    txtLogPass.PlaceholderText = "";
}

private void regPanel_Click(object sender, EventArgs e)
{
    string name = txtNameReg.Text;
    string email = txtRegEmail.Text;
    string pass = txtRegPass.Text;

    List<Guna2TextBox> textBoxes = new List<Guna2TextBox> { txtNameReg,
txtRegEmail, txtRegPass };

    foreach (Guna2TextBox textBox in textBoxes)
    {
        if (!string.IsNullOrEmpty(textBox.Text))
        {
            label9.Visible = true;
            label7.Visible = true;
            label10.Visible = true;
        }
        else
        {
            label9.Visible = false;
            label7.Visible = false;
            label10.Visible = false;

            txtNameReg.PlaceholderText = "ИМ'я";
            txtRegEmail.PlaceholderText = "Email";
        }
    }
}

```

```

        txtRegPass.PlaceholderText = "Пароль";
    }
}

}

private void Form1_Click(object sender, EventArgs e)
{
    string email = txtLogEmail.Text;
    string pass = txtLogPass.Text;

    List<Guna2TextBox> textBoxes = new List<Guna2TextBox> { txtLogEmail,
txtLogPass };

    foreach (Guna2TextBox textBox in textBoxes)
    {
        if (!string.IsNullOrEmpty(textBox.Text))
        {
            label2.Visible = true;
            label3.Visible = true;
        }
        else
        {
            label2.Visible = false;
            label3.Visible = false;

            txtLogEmail.PlaceholderText = "Email";
            txtLogPass.PlaceholderText = "Пароль";
        }
    }
}

private void guna2TextBox1_TextChanged(object sender, EventArgs e)
{
    string name = txtNameReg.Text;
    bool validName = !string.IsNullOrEmpty(name) &&
NameValidator.IsValidName(name) && name.Length >= 2;

    if (validName)
    {
        txtNameReg.BorderColor = Color.Silver;
        guna2PictureBox5.Visible = false;
    }
}

```

```

    }
    else
    {
        txtNameReg.BorderColor = Color.Red;
        guna2PictureBox5.Visible = true;
    }
}

private void guna2TextBox2_TextChanged(object sender, EventArgs e)
{
    string email = txtRegEmail.Text;

    bool validEmail = !string.IsNullOrEmpty(email) &&
    EmailValidator.IsValidEmail(email);

    if (validEmail)
    {
        txtRegEmail.BorderColor = Color.Silver;
        guna2PictureBox1.Visible = false;
    }
    else
    {
        txtRegEmail.BorderColor = Color.Red;
        guna2PictureBox1.Visible = true;
    }
}

private void label6_Click(object sender, EventArgs e)
{
}

private void txtRegPass_TextChanged(object sender, EventArgs e)
{
    string password = txtRegPass.Text;

    bool validPassword = !string.IsNullOrEmpty(password) &&
    password.Length >= 6;

    if (validPassword)

```

```

    {
        guna2PictureBox2.Visible = false;
        txtRegPass.BorderColor = Color.Silver;
    }
    else
    {
        txtRegPass.BorderColor = Color.Red;
        guna2PictureBox2.Visible = true;
    }
}

private void txtLogEmail_TextChanged(object sender, EventArgs e)
{
    string email = txtLogEmail.Text;

    bool validEmail = !string.IsNullOrEmpty(email) &&
    EmailValidator.IsValidEmail(email);

    if (validEmail)
    {
        txtLogEmail.BorderColor = Color.Silver;
        guna2PictureBox3.Visible = false;
    }
    else
    {
        txtLogEmail.BorderColor = Color.Red;
        guna2PictureBox3.Visible = true;
    }
}

private void txtLogPass_TextChanged(object sender, EventArgs e)
{
    string password = txtLogPass.Text;

    bool validPassword = !string.IsNullOrEmpty(password) &&
    password.Length >= 6;

    if (validPassword)
    {
        guna2PictureBox4.Visible = false;

```

```
        txtLogPass.BorderColor = Color.Silver;
    }
    else
    {
        txtLogPass.BorderColor = Color.Red;
        guna2PictureBox4.Visible = true;
    }
}

private void guna2ImageButton1_Click(object sender, EventArgs e)
{
    regPanel.Visible = false;
}
```