

Харківський національний університет радіоелектроніки

Факультет Інформаційно-аналітичних технологій та менеджменту
(повна назва)Кафедра Інформатики
(повна назва)Рівень вищої освіти другий (магістерський)Спеціальність 122 Комп'ютерні науки
(код і повна назва)Тип програми освітньо-професійнаОсвітня програма Інформатика
(повна назва освітньої програми)

ЗАТВЕРДЖУЮ:

Зав. кафедри _____
(підпис)

«_____» _____ 2025 р.

ЗАВДАННЯ
НА КВАЛІФІКАЦІЙНУ РОБОТУстудентові Тютюннику Андрію Станіславовичу
(прізвище, ім'я, по батькові)1. Тема роботи Дослідження функціоналів інформаційних систем волонтерських організацій

затверджена наказом по університету від 25 листопада 2024 року № 1246Ст

2. Термін подання студентом роботи до екзаменаційної комісії 4 січня 2025 р.3. Вихідні дані до роботи автоматизовані функціонали волонтерських організацій, перелік використовуваних програмних засобів: теоретичні відомості про функціонування волонтерських організацій.

4. Перелік питань, що потрібно опрацювати в роботі _____

1. Аналіз функціоналів волонтерських організацій.

2. Порівняння вже існуючих рішень.

3. Створення вебсайту для автоматизації.

5. Перелік графічного матеріалу із зазначенням креслеників, схем, плакатів, комп'ютерних ілюстрацій (п.5 включається до завдання за рішенням випускової кафедри) актуальність проблеми обробки зображень, постановка задачі, інформаційна система з автоматизації функціоналів волонтерських організацій.

6. Консультанти розділів роботи (п.6 включається до завдання за наявності консультантів згідно з наказом, зазначеним у п.1)

Найменування розділу	Консультант (посада, прізвище, ім'я, по батькові)	Позначка консультанта про виконання розділу	
		підпис	дата

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

№ з/п	Назва етапів роботи	Терміни виконання етапів роботи	Примітка
1	Отримання завдання на кваліфікаційну роботу	25.11.2024	
2	Аналіз завдання, підбір літератури	25.11.24-27.11.24	
3	Аналіз літератури з досліджуваної проблеми	28.11.24-3.12.24	
4	Аналіз технічних засобів	4.12.24-9.12.24	
5	Розробка моделі	10.12.24-13.12.24	
6	Програмна реалізація	14.12.24-16.12.24	
7	Оформлення пояснювальної записки	16.12.24-21.12.24	
8	Перевірка на плагіат	22.12.2024	
9	Рецензування	23.12.2024	
10	Підготовка презентації та доповіді	25.12.2024	
11	Занесення роботи в електронний архів	13.01.2025	
12	Попередній захист кваліфікаційної роботи	13.01.2025	

Дата видачі завдання 25 листопада 2024 р.

Студент _____
(підпис)

Керівник роботи _____
(підпис)

проф. Гороховатський В.О.
(посада, прізвище, ініціали)

РЕФЕРАТ/ABSTRACT

Пояснювальна записка до кваліфікаційної роботи: 56 с., 3 табл., 15 рис., 46 джерел.

ІНФОРМАЦІЙНІ СИСТЕМИ, ВОЛОНТЕРСЬКІ ОРГАНІЗАЦІЇ, ТЕХНОЛОГІЇ УПРАВЛІННЯ, АНАЛІТИКА ДАНИХ, КОМУНІКАЦІЯ, ЕФЕКТИВНІСТЬ ВЗАЄМОДІЇ.

Об'єктом дослідження є автоматизація процесів управління виконанням завдань волонтерської організації.

Метою дослідження є розроблення інформаційної системи, що буде автоматизувати процеси, які забезпечують діяльність волонтерських організацій, що дозволить покращити управлінські стратегії в сфері волонтерства.

Проведено дослідження функціоналів інформаційних систем волонтерських організацій, проведено комп'ютерне моделювання, яке дозволило візуалізувати ключові елементи та їх взаємозв'язки. Досліджено аналогічні ІС для виявлення переваг та недоліків.

У результаті здійснено програмну реалізацію інформаційної системи та дослідження її функціоналів зі специфікою роботи волонтерських організацій.

INFORMATION SYSTEMS, VOLUNTEER ORGANIZATIONS, MANAGEMENT TECHNOLOGIES, DATA ANALYTICS, COMMUNICATION, INTERACTION EFFICIENCY.

The object of the research is the automation of the processes of managing the implementation of the tasks of a volunteer organization.

The aim research is to develop an information system that will automate the processes that ensure the activities of volunteer organizations, which will allow improving management strategies in the field of volunteering.

A research of the functionalities of information systems of volunteer organizations was conducted, computer modeling was conducted, which allowed visualizing key elements and their relationships. Similar IS were studied to identify advantages and disadvantages.

As a result, a software implementation of the information system and a research of its functionalities with the specifics of the work of volunteer organizations were carried out.

ЗМІСТ

Перелік умовних позначень, символів, одиниць, скорочень і термінів	6
Вступ	7
1 Огляд основних методів автоматизації процесів волонтерської організації	8
1.1 Аналіз предметної області	8
1.2 Аналіз існуючих інформаційних систем	9
1.3 Модулі та функціонали для автоматизації процесів	13
1.4 Інструменти для розробки вебсайтів	16
1.4.1 Порівняння фреймворків та платформ	16
1.4.2 Вибір технологій для проєкту	18
1.5 Аналіз вимог до інформаційної системи фолонтерських організацій	19
1.6 Постановка задачі дослідження	22
2 Проєктування інформаційної системи волонтерської організації	24
2.1 Розробка архітектури вебсайту	24
2.1.1 Основні компоненти системи	24
2.1.2 Інтеграція з зовнішніми сервісами	26
2.1.3 Обробка даних користувачів	27
2.2 Моделі зберігання та обробки інформації	32
3 Реалізація та дослідження програмної моделі вебсайту	37
3.1 Вибір середовища для розробки та розгортання	37
3.2 Програмна реалізація системи	39
3.3 Інструкція користувача	45
3.4 Тестування функціоналу та оцінка продуктивності	48
Висновки	50
Перелік джерел посилання	52

ПЕРЕЛІК УМОВНИХ ПОЗНАЧЕНЬ, СИМВОЛІВ, ОДИНИЦЬ, СКОРОЧЕНЬ І ТЕРМІНІВ

ІС – інформаційна система

БД – база даних

UI – User Interface (користувацький інтерфейс)

UX – User Experience (користувацький досвід)

API – Application Programming Interface (інтерфейс програмування додатків)

CRUD – Create, Read, Update, Delete (операції створення, читання, оновлення, видалення)

SaaS – Software as a Service (програмне забезпечення як послуга)

SQL – Structured Query Language (мова структурованих запитів)

HTTPS – Hypertext Transfer Protocol Secure (захищений протокол передачі гіпертексту)

JSON – JavaScript Object Notation (формат обміну даними)

MVC – Model-View-Controller (архітектурний шаблон «модель-представлення-контролер»)

OAuth – Open Authorization (протокол авторизації для надання обмеженого доступу до ресурсів)

ВСТУП

Сьогодні є таким, що волонтерські організації виконують важливу роль у соціальній підтримці, наданні гуманітарної допомоги, здійснення багатьох суспільно значущих ініціатив.

Сучасні ІС дозволяють автоматизувати багато процесів, з якими стикаються волонтерські організації, та більшість існуючих рішень не завжди повністю відповідає потребам організацій, а функціонал комерційних платформ може бути складним для впровадження та підтримки в умовах обмежених ресурсів [1-5].

Метою даної роботи є дослідження функціональних можливостей сучасних інформаційних систем, що можуть бути корисними для волонтерських організацій, та розробка сайту, який забезпечить автоматизацію таких процесів, як реєстрація волонтерів, організація заходів, ведення звітності, та управління ресурсами.

Завдання дослідження є не лише у створенні ІС, але й у забезпеченні її ефективності та зручності кінцевих користувачів, а саме адміністраторів волонтерських організацій та волонтерів. Результати роботи можуть стати основою для впровадження подібних систем у функціонування волонтерських організацій, допомагаючи їм досягти більшої ефективності у своїй діяльності.

Актуальність дослідження полягає у врахуванні специфіки волонтерських організацій та впровадженні відповідних рішень для забезпечення автоматизації основних процесів їх діяльності.

1 ОГЛЯД ОСНОВНИХ МЕТОДІВ АВТОМАТИЗАЦІЇ ПРОЦЕСІВ ВОЛОНТЕРСЬКОЇ ОРГАНІЗАЦІЇ

1.1 Аналіз предметної області

Волонтерські організації є важливими учасниками громадянського суспільства, вони активно працюють в різних сферах: допомога бідним, підтримка соціально незахищених верств населення, екологічні ініціативи, освіта та багато інших. Організаційні структури цих організацій можуть варіюватися від невеликих локальних ініціатив до великих міжнародних мереж. Незважаючи на різноманітність напрямів діяльності, існують загальні процеси, що є характерними для всіх волонтерських організацій.

Одним із ключових аспектів роботи волонтерських організацій є управління волонтерами. Це включає в себе набір нових волонтерів, реєстрацію їхніх даних, планування та розподіл завдань, а також моніторинг участі у заходах [1]. Ключовими проблемами на цьому етапі є потреба в постійному відстеженні волонтерських годин, наявність необхідної інформації для зручного звітування та надання зворотного зв'язку волонтерам.

Іншим важливим аспектом є організація заходів. Волонтерські організації часто організують масові події, які потребують детального планування: від визначення кількості волонтерів до забезпечення необхідними ресурсами та матеріалами. Процеси організації таких заходів, координація волонтерів під час подій і підготовка звітів за результатами заходів є критичними для забезпечення ефективної роботи організації.

Звітність і аналітика – ще один важливий елемент. Володіння точною інформацією щодо діяльності організації дозволяє підвищити ефективність управління та досягати кращих результатів [2]. Це включає звітність щодо залучених волонтерів, витрачених ресурсів, організованих заходів і виконаних завдань.

Однією з основних проблем, з якими стикаються волонтерські організації, є відсутність спеціалізованих і зручних інструментів для автоматизації цих процесів. Більшість організацій все ще використовують традиційні методи: таблиці Excel, письмові реєстрації або інші нелегкі для управління системи [2]. Це призводить до надмірних витрат часу на обробку даних та може сприяти помилкам або пропускам важливої інформації.

Завдяки розвитку інформаційних технологій з'являється можливість автоматизувати ці процеси, що дозволяє знизити навантаження на адміністрацію організацій та покращити взаємодію з волонтерами. У рамках цього дослідження буде розглянута можливість розробки вебплатформи, що забезпечить інтеграцію основних функцій волонтерських організацій в єдину автоматизовану систему.

1.2 Аналіз існуючих інформаційних систем

Інформаційні системи для волонтерських організацій стали невід'ємною частиною їхнього повсякденного функціонування, оскільки дозволяють автоматизувати численні аспекти роботи, від реєстрації волонтерів до організації заходів та моніторингу ефективності. Зі зростанням масштабів та складності волонтерських ініціатив, виникає необхідність у застосуванні сучасних цифрових технологій для покращення управлінських процесів [3]. Сьогодні на ринку існує багато різноманітних рішень для автоматизації процесів у волонтерських організаціях, від великих універсальних платформ до спеціалізованих інструментів, створених для потреб саме цього сегменту.

Одним із найбільш відомих рішень є Salesforce Nonprofit Cloud, яка пропонує цілу низку інструментів для управління волонтерами, ресурсами та фінансами. Ця система дозволяє ефективно відслідковувати активність волонтерів, координувати заходи, а також автоматизувати процеси звітності

та фінансового обліку. Проте, через високий рівень складності та вартість підписки, такі платформи часто не доступні для малих і середніх волонтерських організацій, які працюють з обмеженими ресурсами.

Можемо бачити, що даний вебсайт пропонує велику низку даних, які можна аналізувати і слідкувати за ними, складати звітності, та дивитись за прогресом, що показано (рис. 1.1).

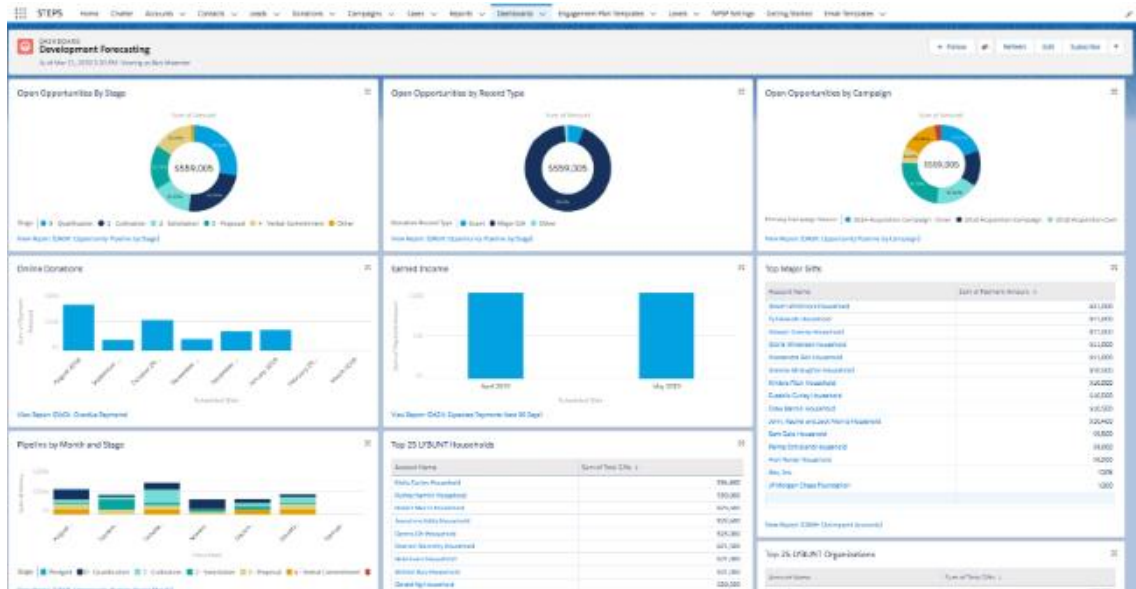


Рисунок 1.1 – Аналітика даних

Крім того є зручні кабінети учасників, в яких можна побачити дані про нього, навички, активність, та зробити зустріч чи написати йому щось (рис. 1.2).

Інші комерційні рішення, такі як Microsoft Dynamics 365 Nonprofit та NationBuilder, також забезпечують потужний набір інструментів для автоматизації, включаючи управління членством, планування подій, взаємодію з донорами та волонтерами. Проте для багатьох організацій ці системи є надто складними в реалізації, а їхні функціональні можливості можуть бути занадто широкими або специфічними для великих корпоративних структур, що не завжди відповідає потребам малих волонтерських організацій.

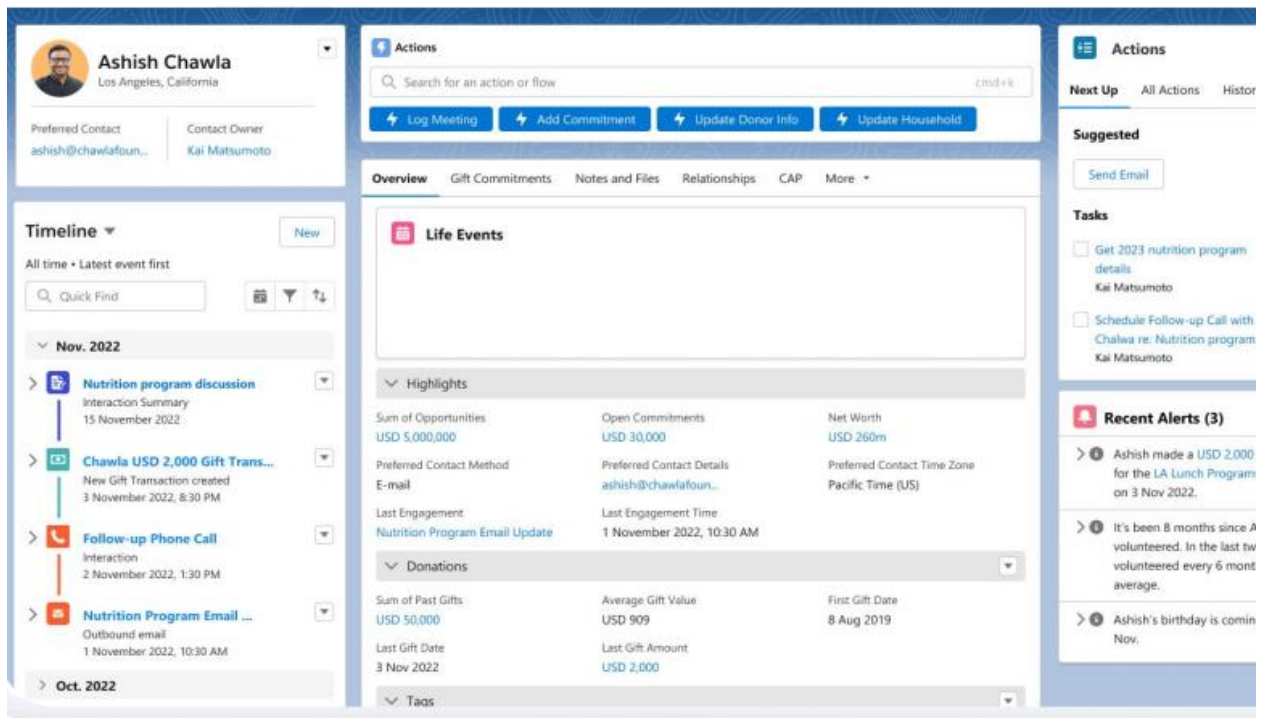


Рисунок 1.2 – Профіль користувача

Надає досить широкий спектр можливостей для аналізу та не досить зручний для спілкування та координації дій між волонтерами (рис. 1.3).

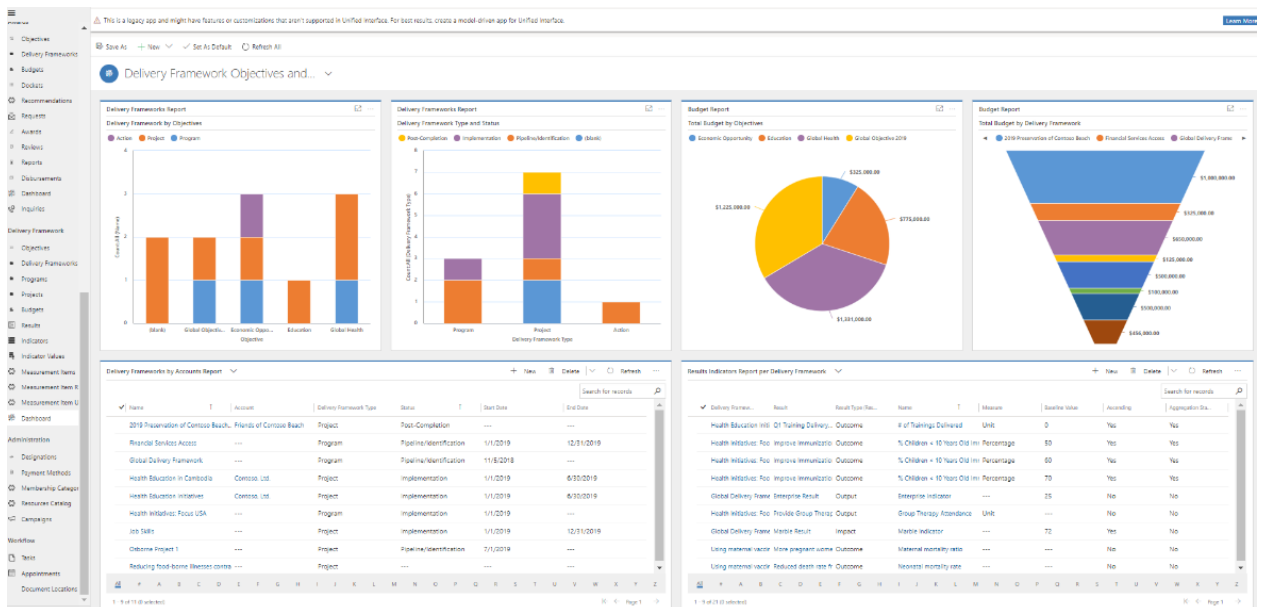


Рисунок 1.3 – Інтерфейс Microsoft Dynamics 365 Nonprofit

Ще одним прикладом є платформи Volgistics, VolunteerHub та Better Impact, які орієнтовані безпосередньо на управління волонтерами. Вони

надають можливість організаціям реєструвати волонтерів, планувати заходи, відслідковувати волонтерські години та формувати звітність. Однак ці системи часто мають обмежений функціонал для інших аспектів діяльності волонтерських організацій, таких як інтеграція з іншими інформаційними системами або можливість кастомізації під специфічні вимоги. Крім того, вартість таких рішень може бути недоступною для деяких організацій, особливо для тих, які працюють з добровольцями на місцевому рівні або в менш розвинених країнах.

Для більшості малих волонтерських організацій часто найбільш підходящими є простіші, доступніші в плані впровадження та використання рішення. Однак навіть у цьому випадку більшість існуючих систем є або занадто дорогими, або складними в адаптації під специфічні потреби. Оскільки волонтерські організації часто мають справу з обмеженим бюджетом, їм необхідні інструменти, які допоможуть не тільки оптимізувати управлінські процеси, але й бути доступними для широкого кола користувачів. Крім того, важливою є зручність інтерфейсу та гнучкість у налаштуванні системи відповідно до конкретних завдань організації.

З урахуванням цих обставин виникає нагальна потреба у створенні нових, більш адаптованих рішень, які б поєднували доступність, зручність у використанні та широкий функціонал. Така система повинна забезпечувати автоматизацію основних процесів волонтерської діяльності, зокрема реєстрацію та облік волонтерів, планування заходів, ведення звітності та комунікацію між волонтерами і адміністрацією. Зокрема, важливою є можливість інтеграції системи з іншими програмними засобами або ресурсами, що використовуються організацією.

Розробка такої інформаційної системи, орієнтованої на потреби волонтерських організацій, є не лише актуальним завданням, але й кроком до значного поліпшення ефективності їхньої діяльності. У рамках цього дослідження ми зосереджуємося на створенні вебплатформи, що забезпечить необхідний функціонал для автоматизації основних процесів, зокрема

реєстрації волонтерів, організації заходів, ведення звітності та управління ресурсами, що дозволить волонтерським організаціям значно підвищити ефективність своєї діяльності при обмежених ресурсах.

1.3 Модулі та функціонали для автоматизації процесів

Для автоматизації процесів у волонтерських організаціях важливо створити набір функціоналів, які покривають основні аспекти управління організацією, забезпечують ефективне використання ресурсів і сприяють покращенню взаємодії з волонтерами. Розробка таких модулів дає змогу значно зменшити адміністративне навантаження, підвищити ефективність роботи та сприяти кращій координації в організації. Основними модулями для автоматизації є реєстрація волонтерів, управління завданнями, планування заходів, комунікація, звітність, аналітика та управління ресурсами [4].

Модуль реєстрації волонтерів є першим етапом інтеграції волонтерів у систему. Це важливий компонент, який дозволяє волонтерам створювати та редагувати свої профілі, вказуючи інформацію про кваліфікацію, досвід, доступність та інтереси [5]. Для зручності реєстрації система має включати прості форми, які дозволяють швидко ввести необхідні дані. Верифікація даних може включати перевірку через електронну пошту або мобільний телефон, що підвищує безпеку і надійність даних. Завдяки цьому модулю організатори можуть швидко формувати повноцінні профілі волонтерів, що дозволяє оптимально призначати їх до завдань на основі їхнього досвіду та інтересів.

Модуль управління завданнями має велике значення для забезпечення ефективної роботи волонтерів [6]. Цей модуль автоматизує процеси розподілу завдань між волонтерами, враховуючи їхню доступність та кваліфікацію. Система дозволяє організаторам створювати завдання для

волонтерів, де вказуються деталі, такі як тип завдання, дедлайн і місце виконання. Модуль також забезпечує автоматичне призначення завдань на основі профілю волонтера, спрощуючи таким чином управління завданнями і знижуючи ймовірність помилок. Інтегровані сповіщення через email або SMS допомагають інформувати волонтерів про нові завдання чи зміни в існуючих. Крім того, цей модуль дає змогу волонтерам оновлювати статус виконання завдання, що дає організаторам змогу стежити за прогресом [7].

Модуль планування та організації заходів є критичним для волонтерських організацій, які постійно проводять події чи акції [8]. Цей модуль дозволяє організаторам ефективно планувати заходи, координувати участь волонтерів та знижувати ймовірність помилок у процесі планування. Створення подій у системі передбачає вказання основних деталей, таких як дата, час, місце, необхідна кількість волонтерів та інші важливі відомості [9]. Модуль дозволяє волонтерам реєструватися на події через просту форму, що спрощує процес запису та допомагає забезпечити потрібну кількість учасників для кожного заходу. Після завершення події організатори можуть отримати автоматичний звіт про те, як вона пройшла, скільки волонтерів було задіяно, які ресурси були використані та інші деталі. Це дозволяє покращити планування майбутніх заходів і забезпечити їхню ефективність [10].

Модуль комунікації є важливим компонентом для забезпечення ефективної взаємодії між адміністрацією організації та волонтерами. Успішне виконання завдань і організація заходів неможливі без постійного зворотного зв'язку, який забезпечує цей модуль. Він включає функціональність для створення чатів, обміну повідомленнями між організаторами та волонтерами, а також для розсилки важливих оголошень чи інструкцій [11]. Вебсистема дозволяє створювати окремі чати для різних груп волонтерів, залежно від завдань чи подій. Крім того, модуль комунікації включає в себе систему сповіщень, що дозволяє інформувати волонтерів про

нові завдання, зміни в розкладі чи важливі повідомлення, такі як нагадування про події чи терміни виконання завдань [12].

Модуль звітності та аналітики дозволяє отримувати важливу інформацію про діяльність організації, що є основою для оцінки її ефективності. Цей модуль автоматично генерує звіти за різними критеріями: участь волонтерів у заходах, кількість виконаних завдань, ефективність проведених акцій, ресурси, що використовувалися, і т. д [13]. Звіти можуть бути представлені у вигляді графіків, таблиць та діаграм для легкого аналізу. Окрім того, система аналітики дозволяє організаторам виявляти тенденції в роботі організації, оцінювати результати волонтерів, планувати подальші дії та оцінювати необхідність додаткових ресурсів для досягнення цілей.

Крім того, важливим елементом для ефективної роботи організації є модуль управління ресурсами. Цей модуль дозволяє вести облік усіх ресурсів організації, таких як транспорт, техніка, канцелярія, матеріали для проведення заходів, а також фінансові витрати. Система дає змогу адміністраторам здійснювати бронювання необхідних ресурсів, стежити за їх використанням і вести точний облік витрат [14]. Це дозволяє забезпечити своєчасне постачання всього необхідного для проведення заходів, а також оптимізувати використання ресурсів, що знижує витрати і покращує ефективність роботи організації [15].

Інтеграція цих модулів в систему автоматизації процесів волонтерських організацій дозволяє створити повноцінну платформу для ефективного управління діяльністю організації. Це дає змогу знизити адміністративне навантаження, підвищити ефективність роботи, а також забезпечити покращену взаємодію між волонтерами та організаторами заходів. Завдяки цьому волонтерські організації можуть більше зосередитися на своїй основній діяльності, забезпечуючи максимальний ефект від своїх ініціатив та подій.

1.4 Інструменти для розробки вебсайтів

1.4.1 Порівняння фреймворків та платформ

Розробка вебсайтів для автоматизації процесів волонтерських організацій потребує ретельного підбору інструментів та технологій, які забезпечать ефективну взаємодію з користувачами, зручне адміністрування та високу продуктивність. Основні аспекти, які слід враховувати при виборі інструментів, включають функціональність, масштабованість, безпеку та адаптивність для різних платформ. Вибір інструментів для фронтенд і бекенд розробки визначається конкретними вимогами проєкту.

Перш ніж вибирати конкретні фреймворки та платформи для створення вебсайту, необхідно порівняти доступні варіанти. Існує безліч фреймворків, які можуть бути використані як для фронтенд-розробки, так і для бекенд-розробки, і кожен з них має свої переваги і недоліки. Для ефективної роботи над проєктом для волонтерської організації було вирішено використовувати React для фронтенду та ASP.NET Core для бекенду.

React.js – одна з найпопулярніших бібліотек для створення користувацьких інтерфейсів. Її основна перевага полягає в тому, що вона дозволяє створювати інтерфейси, які швидко реагують на зміни стану без перезавантаження сторінки завдяки використанню віртуального DOM. Це забезпечує високу продуктивність і зручність для користувачів. React також дозволяє розробляти застосунок, що зберігають стан між сторінками та забезпечують високий рівень взаємодії з користувачем через компоненти. Завдяки великій кількості готових бібліотек та компонентів, таких як Redux для управління станом або React Router для маршрутизації, розробка стає більш структурованою і швидкою.

ASP.NET Core є потужним фреймворком для розробки бекенду. Його переваги включають високу продуктивність, кросплатформеність і наявність великої кількості вбудованих інструментів для роботи з базами даних, маршрутизацією, безпекою та іншими важливими аспектами веброзробки.

ASP.NET Core дозволяє легко створювати RESTful API, що є важливим для сучасних застосунків де фронтенд і бекенд взаємодіють через HTTP-запити. Крім того, цей фреймворк забезпечує хорошу інтеграцію з Entity Framework Core – ORM для роботи з базами даних, що дозволяє швидко і безпечно працювати з реляційними базами даних [16].

Крім того, важливо зазначити, що ASP.NET Core пропонує надійні рішення для аутентифікації та авторизації користувачів за допомогою JWT (JSON Web Tokens), що дозволяє безпечно керувати доступом до різних частин вебсайту [17]. Для розширеної роботи з реальним часом можна використовувати SignalR, що дозволяє додавати чати, сповіщення або інші елементи, що вимагають обміну інформацією між сервером і клієнтом в реальному часі [18].

Отже, вибір React та ASP.NET Core обґрунтований їх здатністю забезпечувати високу продуктивність, масштабованість та зручність у розробці. Ці технології дозволяють створювати динамічні, адаптивні та інтерактивні додатки, що необхідно для успішної автоматизації процесів у волонтерській організації [19].

1.4.2 Вибір технологій для проєкту

Вибір технологій для розробки вебсайту для волонтерської організації базується на кількох критеріях, зокрема на зручності для розробників, масштабованості, швидкості розробки та збереженні високої продуктивності. Для цього проєкту було прийнято рішення використати React.js для фронтенду та ASP.NET Core для бекенду. Цей вибір обумовлений такими факторами:

– продуктивність та масштабованість. React дозволяє створювати високопродуктивні сайти з мінімальними витратами на ресурси. Він забезпечує швидку реакцію інтерфейсу на зміни даних, а також ефективно

керує станом додатку через Redux. Це особливо важливо для вебсайтів, які повинні працювати з великими обсягами даних, такими як інформація про волонтерів, заходи, завдання тощо;

– кросплатформеність та підтримка. ASP.NET Core підтримує всі основні операційні системи – Windows, Linux, macOS – що дозволяє вибрати найбільш оптимальну платформу для розгортання сайту в майбутньому. Це також забезпечує безперебійну роботу вебсайту та можливість масштабування з урахуванням потреб організації;

– безпека. Безпека є важливим аспектом для вебсайтів, що обробляють особисті дані волонтерів. ASP.NET Core пропонує вбудовані засоби для захисту від атак, таких як CSRF, XSS, SQL Injection, а також дозволяє налаштувати безпечну аутентифікацію та авторизацію за допомогою JWT [20];

– гнучкість і швидкість розробки. Для швидкої розробки інтерфейсів було обрано React, оскільки він дозволяє створювати компоненти, що повторно використовуються, і таким чином значно прискорює процес розробки. Крім того, його можливості інтеграції з іншими бібліотеками дозволяють швидко додавати нові функціональні можливості, що є важливим для адаптації вебсайту до змінних вимог волонтерської організації [21];

– інструменти для розробки та тестування. Використання таких інструментів, як Webpack для зборки проєкту, Babel для трансляції сучасного JavaScript у сумісний з різними браузерами, а також Jest та Enzyme для тестування компонентів у React, дозволяють забезпечити високу якість коду і швидке виявлення помилок на етапі розробки [22];

– адаптивність та мобільна підтримка. Використання Bootstrap або Material UI в поєднанні з React дозволяє створювати адаптивні вебсторінки, що автоматично підлаштовуються під різні екрани. Це є важливим, оскільки багато користувачів можуть відвідувати сайт за допомогою мобільних пристроїв.

Ці технології є ідеальним вибором для створення вебсайту, який має бути зручним, ефективним і масштабованим для автоматизації процесів у волонтерській організації, що зберігає зручний інтерфейс для волонтерів та адміністраторів [23].

1.5 Аналіз вимог до інформаційної системи волонтерських організацій

Аналіз вимог до інформаційної системи для волонтерських організацій є критично важливим етапом розробки, оскільки він дозволяє чітко визначити функціональні та нефункціональні характеристики, які повинні бути втілені в системі для забезпечення її ефективної роботи. Волонтерські організації займаються широким спектром діяльності, тому система повинна забезпечувати автоматизацію і спрощення багатьох процесів, таких як управління волонтерами, організація заходів, моніторинг ресурсів та комунікація між учасниками. Врахування всіх вимог допоможе створити зручну та потужну платформу для організацій, яка підвищить ефективність їх роботи та знизить навантаження на адміністраторів.

Однією з основних функцій інформаційної системи є управління користувачами. Система повинна забезпечувати реєстрацію, редагування та видалення профілів користувачів, зберігання контактних даних, таких як ім'я, адреса електронної пошти, номер телефону, а також додаткової інформації, наприклад, про кваліфікацію волонтерів або їх досвід участі в різних заходах. Важливою складовою є можливість надання різних рівнів доступу, що дозволить адміністраторам та керівникам організації керувати ролями користувачів (волонтери, координатори, адміністратори) та обмежувати доступ до певної інформації в залежності від прав доступу.

Іншою важливою функцією є організація та управління волонтерськими заходами. Система повинна дозволяти створювати заходи, визначати їх параметри (дата, час, місце проведення, кількість учасників,

необхідні ресурси), а також автоматично повідомляти учасників про заплановані події. Крім того, система повинна забезпечити можливість реєстрації учасників на заходи, а також облік кількості волонтерів, що взяли участь у заході. Після завершення заходу має бути можливість збору відгуків, що дозволить оцінити якість організації події та здійснити необхідні покращення в майбутньому.

Однією з важливих складових для волонтерських організацій є облік ресурсів, таких як фінанси, матеріали, технічне обладнання та інші. Система повинна дозволяти здійснювати облік наявних ресурсів, їх використання для кожного заходу, а також прогнозувати потреби в ресурсах для майбутніх подій. Важливим є також моніторинг витрат на ресурси, що допоможе контролювати бюджет організації та уникати нецільового використання фінансів.

Для забезпечення зручності і швидкої комунікації між учасниками організації система повинна містити інструменти для обміну повідомленнями між волонтерами та адміністраторами. Це може бути чат або система сповіщень (email, SMS, push-сповіщення), яка дозволить своєчасно інформувати учасників про зміни в планах або нагадувати про майбутні заходи. Система також повинна надавати можливість комунікації між волонтерами, що сприяє створенню спільноти та підвищує рівень взаємодії серед учасників.

Також важливим аспектом є функціональність для створення звітів і аналітики. Інформаційна система повинна дозволяти генерувати звіти про кількість волонтерів, які брали участь в заходах, витрати на ресурси, рівень задоволеності учасників та інші параметри. Це дозволяє адміністраторам організації здійснювати аналіз діяльності та приймати обґрунтовані рішення щодо майбутніх дій. Генерація звітів може бути автоматизована, що дозволяє значно скоротити час, необхідний для збору та обробки даних.

Для підвищення ефективності роботи волонтерських організацій важливо, щоб система могла інтегруватися з іншими платформами та

сервісами. Це може включати інтеграцію з платіжними системами для збору пожертв, платформами для онлайн-навчання волонтерів, а також з соціальними мережами для популяризації заходів і залучення нових учасників. Інтеграція з іншими системами дозволить зберігати всю необхідну інформацію в єдиній платформі, що спрощує управлінські процеси та дозволяє ефективно взаємодіяти з іншими організаціями.

З точки зору нефункціональних вимог, система повинна забезпечувати високу продуктивність, здатність до масштабування і підтримку великої кількості одночасних користувачів. У разі великих заходів, коли одночасно можуть бути зареєстровані сотні або навіть тисячі волонтерів, система повинна бути здатною обробляти великий обсяг запитів без значних затримок. Масштабованість дозволяє системі адаптуватися до збільшення кількості користувачів і даних без втрати ефективності.

Безпека є одним з найважливіших аспектів, оскільки система містить конфіденційну інформацію про волонтерів та організацію. Система повинна забезпечувати захист від несанкціонованого доступу, а також використовувати сучасні методи шифрування даних і аутентифікації для гарантування конфіденційності та безпеки інформації.

Інтерфейс системи повинен бути інтуїтивно зрозумілим і зручним для користувачів з різним рівнем технічної підготовки. Це забезпечить комфортну роботу волонтерів, адміністративного персоналу та інших користувачів системи, що є критично важливим для забезпечення ефективного функціонування організації. Зручний інтерфейс допоможе зменшити час на навчання користувачів і зробить використання системи більш доступним і приємним.

Система повинна бути доступною в будь-який час і на будь-якому пристрої, оскільки волонтери можуть використовувати її з різних місць та пристроїв. Це вимагає, щоб вебсайт мав адаптивний дизайн і був оптимізований для різних типів екранів — від комп'ютерів до мобільних пристроїв. Важливо, щоб користувачі мали доступ до всієї необхідної

інформації, незалежно від того, чи вони перебувають вдома, на заході або в дорозі.

Інформаційна система повинна бути легкою для підтримки та оновлення, оскільки волонтерські організації постійно адаптуються до змін у своїй діяльності. Це включає в себе впровадження нових функцій, виправлення помилок та усунення виявлених проблем. Використання сучасних фреймворків і платформ дозволяє спростити процес оновлення та підтримки системи, а також дає можливість інтеграції з новими технологіями, що з'являються на ринку.

У результаті, проведений аналіз вимог дозволяє чітко визначити, що саме має включати система для волонтерських організацій. Це дозволяє правильно спланувати етапи розробки, тестування та впровадження, забезпечуючи ефективне функціонування всієї платформи та максимальну користь для організацій і їхніх учасників.

1.6 Постановка задачі дослідження

Таким чином, розробка інформаційної системи для волонтерських організацій є актуальною та обумовлена тим, що волонтерська діяльність займає важливе місце в розвитку соціальних ініціатив, допомоги у надзвичайних ситуаціях, підтримки різних соціальних груп.

Об'єктом дослідження є автоматизація процесів управління виконанням завдань волонтерської організації.

Метою дослідження є розробка інформаційної системи, що буде автоматизувати процеси, які забезпечують діяльність волонтерських організацій, що дозволить покращити управлінські стратегії в сфері волонтерства.

Для досягнення мети необхідно вирішити такі завдання:

- розробити архітектуру вебсайту, що включає функції для реєстрації та управління користувачами, організації заходів, обліку ресурсів і комунікації між учасниками;
- реалізувати вебсайт з використанням обраних технологій, зокрема фреймворків React для фронтенду і ASP.NET для бекенду;
- провести тестування розробленої системи на зручність користування, ефективність та безпеку;
- оцінити ефективність розробленої системи в умовах реальних волонтерських організацій і розробити рекомендації щодо її вдосконалення.

2 ПРОЄКТУВАННЯ ІНФОРМАЦІЙНОЇ СИСТЕМИ ВОЛОНТЕРСЬКОЇ ОРГАНІЗАЦІЇ

2.1 Розробка архітектури вебсайту

2.1.1 Основні компоненти системи

Розробка архітектури вебсайту для автоматизації процесів волонтерських організацій є ключовим етапом, який визначає ефективність роботи системи в цілому. Правильна архітектура забезпечує не тільки зручний інтерфейс для користувачів, але й стабільну та швидку обробку даних, інтеграцію з іншими сервісами, а також надійний рівень безпеки для захисту конфіденційної інформації. Інформаційна система для волонтерських організацій має бути спроектований таким чином, щоб максимально задовольнити потреби користувачів та адміністрації організацій, а також забезпечити безперебійне функціонування навіть при високих навантаженнях.

Основними компонентами архітектури додатку є фронтенд, бекенд, база даних та система аутентифікації, кожен з яких виконує важливу функцію в забезпеченні роботи системи. Автоматизація функціоналів цих компонентів є основою для ефективного управління волонтерськими процесами та зручності користувачів.

Фронтенд, або клієнтська частина, є першою лінією взаємодії користувачів із вебсайтом. Оскільки система повинна бути інтуїтивно зрозумілою і зручною для широкого кола користувачів, для реалізації цієї частини було обрано фреймворк React. Він дозволяє створювати динамічні, інтерактивні інтерфейси, забезпечуючи швидке оновлення даних на сторінці без її повного перезавантаження [24]. Це підвищує продуктивність застосунку та забезпечує зручний досвід для користувачів, які реєструються,

знаходять інформацію про заходи, відправляють заявки чи переглядають статистику.

Одним з важливих аспектів автоматизації є інтеграція функціоналу для реєстрації користувачів і волонтерів, що дозволяє автоматично створювати профілі користувачів, реєструвати їх на заходи та відстежувати їхню участь у проєктах без ручного введення даних [25]. Всі ці процеси автоматизовані через інтерфейс фронтенду, що дозволяє користувачам швидко зареєструватися, переглянути доступні проєкти, записатися на них та отримати повідомлення про зміни в розкладі або нові події.

Бекенд, або серверна частина, виконує основну логіку обробки даних та забезпечує їхнє зберігання і доступ. Для цієї частини застосунку було обрано технологію ASP.NET, що дозволяє будувати швидкі та надійні серверні додатки з використанням C#. ASP.NET забезпечує можливість створення RESTful API для взаємодії з фронтендом, а також підключення до різних баз даних. Важливим аспектом є також можливість масштабування системи, що дозволяє адаптувати застосунок під більші обсяги користувачів або даних [26].

Автоматизація функцій бекенду охоплює управління даними про користувачів та волонтерські заходи, автоматичне оновлення статусів учасників і волонтерів в реальному часі, а також розподіл задач між адміністраторами. Бекенд відповідає за збереження даних у базі даних, їх обробку та генерацію відповідних звітів для адміністрації організації. Це дає можливість організаторам волонтерських заходів мати повний контроль за участю волонтерів, що дозволяє автоматично формувати звіти про активність учасників, їхні внески в проєкти та загальний вплив на організацію.

Система аутентифікації та авторизації відповідає за забезпечення безпеки доступу до даних та функцій системи. Для цього в застосунку використовується технологія JWT (JSON Web Tokens), яка дозволяє здійснювати безпечну аутентифікацію та авторизацію користувачів без необхідності зберігати чутливу інформацію, як-от паролі, на сервері [27].

Вебсайт підтримує різні ролі користувачів, такі як волонтери, координатори та адміністратори, кожен з яких має свої обмеження на доступ до різних частин системи.

Автоматизація авторизації дозволяє швидко налаштовувати доступи користувачів залежно від їх ролей. Наприклад, волонтери мають доступ лише до даних, що стосуються їхньої участі в заходах, а адміністратори можуть переглядати всю інформацію про учасників, заходи та ресурси. Всі ці процеси автоматизовані і забезпечують надійний захист даних від несанкціонованого доступу.

Діаграма архітектури зв'язків між фронтендом, бекендом, базою даних, системою аунтефікації та іншими сервісами показано на рисунку 2.1.

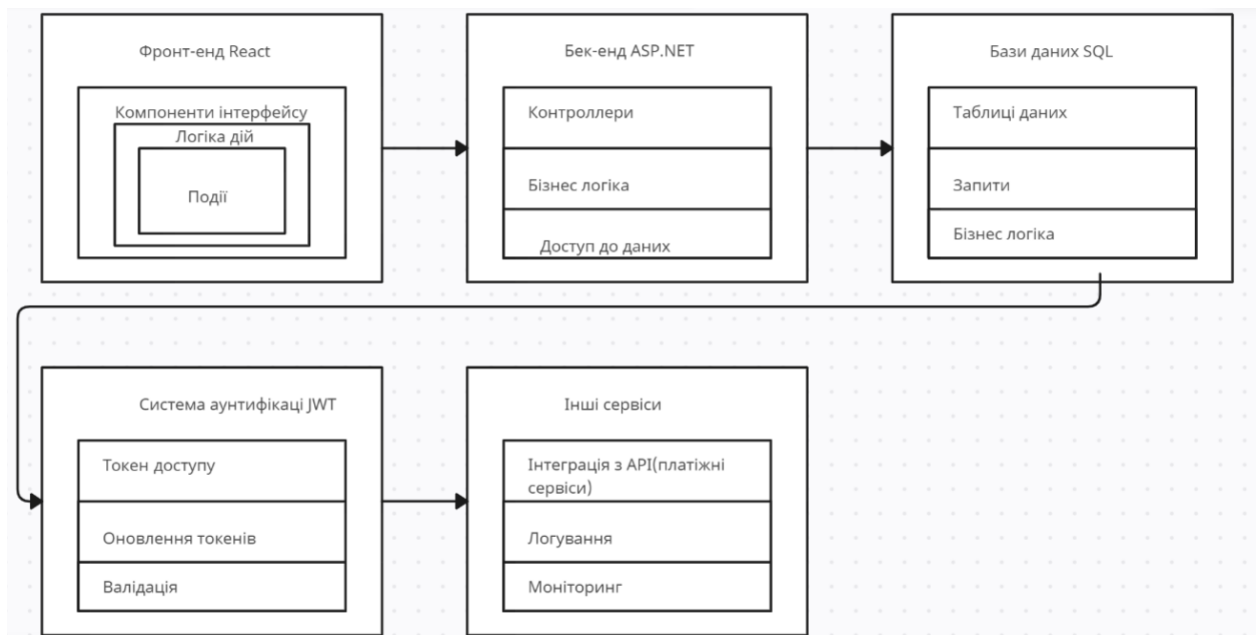


Рисунок 2.1 – Діаграма архітектури системи

2.1.2 Інтеграція з зовнішніми сервісами

Інтеграція з зовнішніми сервісами є важливою складовою архітектури, оскільки вона дозволяє розширити функціональність системи та забезпечити зручність у використанні. Для цього додаток має можливість інтеграції з

кількома сервісами, що допомагають розширити можливості системи, зокрема для фінансових операцій, комунікацій та розширення аудиторії.

Однією з головних вимог до системи є інтеграція з платіжними системами, такими як Stripe або PayPal, що дозволяє волонтерам або стороннім користувачам здійснювати фінансові внески на підтримку проєктів. Це дозволяє спростити процес збору коштів та зробити його більш зручним і безпечним, оскільки ці платіжні системи забезпечують високий рівень захисту транзакцій. Крім того, вони підтримують різноманітні методи оплати, що розширює можливості для користувачів з різних регіонів та з різними фінансовими уподобаннями [28].

Інтеграція з зовнішніми сервісами для відправки повідомлень є ще однією важливою складовою. Система буде мати можливість відправляти користувачам повідомлення через Email або SMS для інформування про нові заходи, зміни в розкладі чи інші важливі події. Для цієї мети використовуються сервіси, такі як SendGrid для відправки електронних листів та Twilio для SMS-повідомлень. Це дозволяє підтримувати ефективну комунікацію з волонтерами та іншими користувачами системи [29, 30].

Інтеграція з соціальними мережами також є важливим аспектом, оскільки вона дозволяє анонсувати заходи та залучати нових учасників до волонтерських ініціатив. Інформаційна система буде інтегрована з такими популярними платформами, як Facebook, Instagram та Twitter, що дасть змогу користувачам легко поширювати інформацію про заходи серед своїх знайомих та підписників. Це значно підвищує охоплення і дозволяє ефективніше залучати нових волонтерів та учасників.

2.1.3 Обробка даних користувачів

Обробка даних користувачів є критичним аспектом для вебсайту, оскільки волонтери та адміністрація організації надають значну кількість

особистої інформації, що повинна бути захищена від несанкціонованого доступу. Збір, зберігання та обробка даних користувачів повинні здійснюватися відповідно до вимог сучасних стандартів безпеки та законодавчих актів, зокрема GDPR (General Data Protection Regulation), що регулює обробку персональних даних у Європейському Союзі.

Під час реєстрації та використання користувачі надають різноманітні дані, такі як особисті контактні дані, історія участі в заходах, відгуки та іншу інформацію. Сайт повинен зберігати ці дані в базі даних, яка доступна лише для авторизованих користувачів відповідно до їхніх прав доступу. Обробка даних включає автоматичне оновлення статусів, обробку заявок на участь у заходах, а також формування звітів для адміністраторів про активність користувачів [31-35].

Процес обробки даних користувачів автоматизується таким чином, щоб адміністрація організації мала можливість легко відстежувати участь волонтерів у заходах, їхні внески в різні проєкти, а також надавати користувачам персоналізовані рекомендації щодо нових заходів чи можливостей для волонтерства.

Маємо сформовані три ролі та відповідні для них права доступу, які надані в таблиці 2.1

Таблиця 2.1 – Ролі та їх функціонал

Роль	Функції та доступи
Волонтер	Перегляд заходів
	Реєстрація на заходи
	Перегляд власного профілю
	Отримання повідомлень про заходи
	Відправлення заявок на участь у проєктах
	Відстеження своєї активності

Продовження таблиці 2.1

Роль	Функції та доступи
Координатор	Управління заходами (створення, редагування, видалення)
	Розподіл волонтерів по заходах
	Перегляд та редагування профілів волонтерів
	Відправлення сповіщень волонтерам
	Формування звітів про активність волонтерів
Адміністратор	Повний доступ до всіх даних системи
	Управління користувачами (створення, редагування, видалення профілів)
	Управління ролями та доступами користувачів
	Доступ до системних налаштувань
	Управління базою даних (створення, редагування, видалення таблиць та даних)
	Інтеграція з іншими сервісами (платіжні системи, сервіси електронної пошти)
	Перегляд та аналіз системних логів
Користувач	Перегляд інформації про доступні види допомоги
	Відправлення заявок на отримання допомоги
	Перегляд статусу своїх заявок
	Отримання сповіщень про статус заявок

Аналітичний модуль системи для волонтерських організацій є ключовим елементом для оптимізації роботи та забезпечення ефективного управління всіма процесами. Модуль інтегрований у загальну структуру системи і дозволяє проводити поглиблений аналіз діяльності організації, відстежувати основні показники ефективності та приймати зважені управлінські рішення. Його основна мета – забезпечення автоматизації збору, обробки та візуалізації даних, які надходять із різних джерел [36-40].

Система пропонує інструменти для аналізу активності волонтерів. Це дозволяє не лише оцінити загальну динаміку участі в заходах, але й виділити найбільш активних учасників, які виконали найбільшу кількість завдань.

Фінансовий аналіз дозволяє оцінити надходження та витрати організації. У системі реалізовано механізми відображення даних про транзакції за обрані періоди. В результаті можна побачити, які категорії витрат є найбільш значущими, що дозволяє оптимізувати витрати в майбутньому.

Прогнозування потреб є ще одним важливим аспектом аналітичного модуля. Система використовує історичні дані для побудови прогнозів на майбутнє. Наприклад, зима завжди супроводжується зростанням кількості заявок на теплі речі та продукти харчування, що дозволяє організації заздалегідь планувати закупівлі та розподіл волонтерів. На основі прогнозів створюється інтерактивна візуалізація, що дозволяє адміністраторам швидко оцінити очікуваний обсяг роботи.

Система також інтегрує геоаналітику, що дозволяє відстежувати активність волонтерів у реальному часі. На інтерактивній карті відображаються всі місця проведення заходів із зазначенням їхнього статусу. Це допомагає координаторам оптимізувати маршрути доставки ресурсів та забезпечити своєчасну присутність волонтерів на місцях. Наприклад, геоаналітична карта показує, що захід у віддаленому районі потребує додаткових волонтерів, і координатор може оперативнo перерозподілити ресурси [41-43].

Автоматизовані звіти є ще однією важливою функцією аналітичного модуля. Вони формуються на основі даних про виконані заходи, фінансову діяльність, активність волонтерів і заявки клієнтів. Ці звіти дозволяють адміністраторам отримати повну картину діяльності організації, а також підготувати необхідні документи для звітування перед партнерами чи спонсорами.

Графічне представлення даних відіграє важливу роль у системі. Наприклад, графік фінансового стану організації показує співвідношення між надходженнями, витратами та залишковим бюджетом за останній рік. Інший графік відображає кількість виконаних заявок у порівнянні з кількістю активних волонтерів, що допомагає визначити ефективність роботи кожного учасника. Інтерактивні діаграми та графіки надають можливість деталізувати дані за окремими періодами або категоріями [44].

Впровадження аналітичного модуля дозволяє волонтерським організаціям значно підвищити рівень ефективності управління, забезпечити прозорість діяльності та приймати більш зважені рішення. Завдяки використанню сучасних технологій і підходів система не лише виконує свої основні функції, а й відкриває нові можливості для розвитку організації [45].

Аналіз статистики діяльності волонтерів є важливим компонентом управління ефективністю роботи волонтерських організацій. Розглянемо статистичні дані щодо участі волонтерів у різних заходах, їхніх обов'язків і внеску в реалізацію проектів. Це дозволяє не лише оцінити загальну ефективність, але й визначити напрями для покращення роботи.

Для збору даних використовувалася інтегрована аналітична система, яка автоматично реєструє всі дії волонтерів, включаючи участь у заходах, виконання завдань, географічну активність та час, витрачений на різні проекти. Відповідно до цих даних, було проведено аналіз за декількома ключовими критеріями.

Географічна активність волонтерів також була проаналізована за допомогою інтерактивної карти, яка відображає розподіл заходів та участь волонтерів у різних регіонах. Найбільша активність спостерігалася у центральних та густонаселених районах міста, тоді як віддалені райони потребували додаткової підтримки. Це свідчить про необхідність збільшення інформаційної роботи та залучення місцевих жителів у менш активних районах.

На завершення аналізу було розроблено кілька рекомендацій для покращення роботи організації: збільшення інформування про заходи у віддалених районах, оптимізація логістики для зменшення часу на доставку ресурсів, проведення регулярних тренінгів для волонтерів і створення мотиваційних програм для найбільш активних учасників.

Аналітичний підхід до статистики діяльності волонтерів дозволяє не лише оцінити їхній внесок у роботу організації, але й знайти шляхи для підвищення ефективності та залучення нових учасників. Завдяки використанню сучасних технологій для збору й аналізу даних волонтерські організації мають можливість краще адаптувати свою роботу до потреб суспільства.

2.2 Моделі зберігання та обробки інформації

У процесі розробки інформаційної системи для автоматизації процесів волонтерських організацій важливою складовою є правильне визначення моделей зберігання та обробки інформації. Оскільки система повинна ефективно обробляти великі обсяги даних про волонтерів, події, внески та інші аспекти діяльності організації, необхідно вибрати такі технології, які забезпечать високу доступність, безпеку та швидкість обробки. Правильний вибір моделі зберігання інформації значною мірою впливає на ефективність функціонування системи, її масштабованість та надійність.

Інформація в системі повинна бути організована таким чином, щоб забезпечити зручний доступ до даних, швидку їх обробку та можливість швидкого оновлення. Моделі зберігання даних, які використовуються в даному додатку, мають відповідати вимогам щодо надійності, безпеки та гнучкості, оскільки дані користувачів повинні бути захищені від несанкціонованого доступу, а самі процеси обробки повинні бути максимально автоматизованими та ефективними.

Реляційні бази даних є одним із найпоширеніших підходів до організації зберігання структурованих даних, оскільки вони дозволяють зберігати дані в таблицях з чітко визначеними зв'язками між ними. Для автоматизації процесів волонтерських організацій основним рішенням є використання реляційної бази даних SQL Server. Вибір SQL Server обумовлений його здатністю забезпечити високий рівень надійності, підтримку складних запитів, а також транзакційних операцій, що дозволяє гарантувати цілісність даних у разі непередбачених ситуацій.

В реляційній базі даних для зберігання організованої інформації можуть бути створені таблиці для зберігання даних користувачів, реєстрацій на заходи, інтерпретації участі волонтерів у різних активностях. Наприклад, таблиці можуть включати дані, що описують профіль волонтера (ім'я, контактна інформація, волонтерський статус), а також реєстрації на події, історію участі у заходах, а також звіти про участь у проектах. Завдяки використанню зв'язків між таблицями (через зовнішні ключі), забезпечується логічне зберігання даних та можливість швидкої вибірки необхідної інформації для адміністраторів або волонтерів.

Реляційна база даних є підходящою для зберігання і обробки структурованих даних, оскільки вона дає можливість чітко визначити типи та структуру даних, а також здійснювати складні операції з ними через SQL-запити. Це дозволяє ефективно обробляти запити на вибірку даних, наприклад, для формування списків волонтерів, які зареєстровані на певну подію, або для генерації статистичних звітів про участь у заходах.

Окрім реляційних баз даних, в сучасних сайтах також активно використовуються нереляційні бази даних, особливо для обробки неструктурованих або швидко змінюваних даних. Для нашої системи вибір упав на MongoDB, оскільки вона є потужним і гнучким інструментом для зберігання даних у форматі документів, що дозволяє швидко додавати нові записи і забезпечувати зберігання даних без необхідності заздалегідь визначати жорстку структуру бази даних.

MongoDB зберігає дані у вигляді BSON-документів, що дозволяє гнучко організувати зберігання інформації. Вибір цієї технології обумовлений її здатністю обробляти великий обсяг динамічних даних, таких як логи подій, коментарі користувачів, повідомлення, а також історія взаємодії користувачів із заходами або проектами. Оскільки система автоматизації процесів волонтерських організацій може включати в себе різноманітні медіафайли (фото, відео з подій) та інші мультимедійні дані, MongoDB є чудовим вибором для зберігання цих даних у зручному форматі.

Більш того, MongoDB дає можливість зберігати великі обсяги даних і швидко оновлювати інформацію, що є важливим у разі, коли потрібно обробляти інформацію в режимі реального часу, наприклад, у випадку з активністю користувачів на платформі або реєстрацією на події. Нереляційна база даних дозволяє оперативно реагувати на зміни в даних, не потребуючи змін у схемі бази даних, що є великим плюсом для гнучкості системи.

Обробка даних користувачів є важливим етапом, оскільки вона включає в себе автоматизацію процесів реєстрації на заходи, відстеження активності користувачів, формування звітів і статистики. Для зберігання особистої інформації користувачів використовуються реляційні бази даних, оскільки вони дозволяють чітко структурувати дані та забезпечити їх цілісність. Однак для зберігання менш структурованих даних, таких як повідомлення, відгуки або медіафайли, використовуються нереляційні бази даних, які дозволяють обробляти інформацію в більш гнучкий спосіб.

Процес обробки даних користувачів вимагає автоматизації, щоб звільнити адміністрацію організації від рутинних операцій. Наприклад, після того як користувач зареєструється на подію, система автоматично оновлює його статус, генерує підтвердження реєстрації і надає йому доступ до необхідної інформації. Це дозволяє волонтерам зручніше стежити за своєю активністю, а адміністраторам – відстежувати рівень залученості користувачів, кількість учасників подій та інші важливі показники.

Завдяки автоматизації процесів обробки даних, система дозволяє оперативню оновлювати статуси учасників, надавати персоналізовані рекомендації щодо нових можливостей для волонтерства, а також формувати звіти про активність користувачів для адміністраторів. Всі ці процеси обробки даних повинні бути реалізовані таким чином, щоб забезпечити максимальну точність та мінімальний час на обробку даних.

Особливу увагу варто приділити безпеці даних користувачів, оскільки волонтерські організації часто працюють з чутливою інформацією, такою як особисті дані волонтерів та фінансові внески. Для забезпечення конфіденційності та захисту даних використовуються сучасні методи шифрування, такі як AES-256, а також впроваджуються безпечні протоколи передачі даних, такі як HTTPS. Усі дані, що зберігаються в системі, повинні бути зашифровані, щоб запобігти їхньому витоку у разі несанкціонованого доступу.

Надійний захист даних є важливою вимогою для будь-якої інформаційної системи, тому всі процеси з обробки та зберігання даних повинні відповідати найвищим стандартам безпеки.

Можливі сценарії навантаження та дії системи у відповідності з ними наведені у таблиці 2.2

Таблиця 2.2 – Дії системи на навантаження

Сценарій навантаження	Дія системи
Велика кількість одночасних входів	Збалансування навантаження між серверами
	Використання кешування для зниження навантаження на базу даних
	Захист від DDoS-атак
	Автоматичне масштабування бекенду

Продовження таблиці 2.2

Сценарій навантаження	Дія системи
Масова реєстрація на захід	Обробка черги запитів
	Оптимізація запису даних у базу
	Тимчасове зберігання запитів
Велика кількість заявок на допомогу	Використання черги обробки заявок
	Пріоритизація запитів залежно від важливості
	Автоматичне розподілення задач між координаторами
Масова відправка сповіщень	Використання відкладеної черги для відправки повідомлень
	Зниження навантаження на сервер через пакетну обробку сповіщень
	Використання зовнішніх сервісів для масової відправки (наприклад, SendGrid)
Завершення великої кількості заходів одночасно	Генерація звітів у фоновому режимі
	Збереження результатів у базі даних
	Оптимізація процесів завершення заходів та звільнення ресурсів
Обробка великої кількості запитів до API	Використання кешування результатів запитів
	Розподілення запитів між серверами
	Оптимізація запитів і відповідей для зменшення часу обробки

3 РЕАЛІЗАЦІЯ ТА ДОСЛІДЖЕННЯ ПРОГРАМНОЇ МОДЕЛІ ВЕБСАЙТУ

3.1 Вибір середовища для розробки та розгортання

Вибір правильного середовища для розробки та подальшого розгортання вебсайту є критично важливим етапом у процесі створення будь-якої інформаційної системи, зокрема для автоматизації процесів волонтерських організацій. Це середовище має відповідати вимогам до надійності, масштабованості, продуктивності та зручності у використанні, щоб забезпечити безперебійну роботу системи, ефективну обробку даних і зручний доступ до функціоналу користувачам та адміністраторам.

Для розробки системи, в якому основним технологічним стеком є React для фронтенду та ASP.NET для бекенду, необхідно вибрати відповідні інструменти, фреймворки та платформи, які дозволять максимально ефективно реалізувати поставлені завдання.

Одним з основних критеріїв при виборі середовища для розробки є операційна система, яка буде використовуватись під час розробки та на сервері для хостингу. Для розробки системи з використанням React та ASP.NET найбільш підходящими є операційні системи на базі Linux або Windows Server. У разі вибору Linux, популярними варіантами є Ubuntu або CentOS, оскільки ці системи добре інтегруються з різними вебсерверами (Apache, Nginx) та підтримують необхідні для розробки технології.

Для більш простого розгортання ASP.NET середовища оптимальним варіантом є використання Windows Server, оскільки ASP.NET розроблений для ефективної роботи саме в середовищі Windows. Для локальної розробки зручно використовувати Visual Studio як IDE для .NET розробки, оскільки вона підтримує повний цикл розробки, тестування та налагодження застосунків. З іншого боку, для фронтенду на React можна використовувати будь-яку зручну середу на базі Windows, MacOS або Linux.

Для вибору платформи для розгортання вебсайту важливо врахувати потреби у масштабуванні, надійності та доступності. Однією з популярних платформ для хостингу є Microsoft Azure, яка відмінно підтримує ASP.NET-застосунки, що дозволяє без проблем розгортати бекенд на цьому середовищі. Azure App Services забезпечує високий рівень надійності, автоматичне масштабування, а також зручний механізм для моніторингу та керування хостингом.

Для фронтенду на React також можна використовувати Azure, або ж альтернативно Netlify чи Vercel – ці платформи забезпечують простоту в розгортанні статичних вебресурсів, що особливо корисно для проєктів, де React використовується для побудови односторінкових додатків (SPA). Вибір між цими платформами залежить від специфікацій проєкту, таких як очікувані навантаження, потреби в обробці даних в реальному часі, а також вимоги до інтеграції з іншими зовнішніми сервісами.

Вибір середовища для управління базами даних також є важливим кроком, оскільки він впливає на швидкість і ефективність роботи системи. Для реляційних баз даних, таких як SQL Server, можна обрати Microsoft Azure SQL Database, яка забезпечує потужну підтримку для високонавантажених додатків, а також надає інструменти для автоматичного бекапу, відновлення та моніторингу. Для зберігання неструктурованих даних, таких як документи, файли або медіафайли, можна скористатись хмарними сховищами, як Azure Blob Storage, що дозволяє зберігати великі обсяги інформації з можливістю доступу через API.

Для повноцінної розробки, що включає як фронтенд, так і бекенд, важливим етапом є вибір інструментів для розробки та тестування. Для фронтенду на React важливими інструментами є Webpack, Babel, ESLint та Prettier, які забезпечують автоматизацію збору, трансляції та перевірки коду. Інтеграція з системами контролю версій, такими як Git, дозволяє зручно працювати в команді, а також організувати процеси безперервної інтеграції та доставки (CI/CD).

Для бекенду на ASP.NET основним інструментом є Visual Studio, яка надає потужні можливості для розробки, тестування та налагодження додатків. Окрім того, для автоматизації процесів розгортання та тестування можна використати інструменти для CI/CD, наприклад, GitHub Actions або Azure DevOps.

Для розробки та розгортання важливо також забезпечити високий рівень продуктивності та безпеки. Продуктивність досягається завдяки оптимізації коду, кешуванню даних, а також використанню ефективних механізмів для обробки запитів. ASP.NET Core оптимізований для високопродуктивних додатків і забезпечує швидку обробку запитів на сервері, а також можливість ефективного масштабування додатків.

Щодо безпеки, важливим є використання протоколів HTTPS для шифрування даних при передачі, а також впровадження аутентифікації та авторизації через OAuth 2.0 або JWT. Захист від атак типу XSS та SQL injection також досягається через належне використання технологій на рівні вебсервера та бази даних.

Вибір середовища для розробки та розгортання має на меті забезпечити надійність, масштабованість та безпеку всієї системи, створюючи можливості для автоматизації процесів волонтерських організацій. Це дозволить організаціям ефективно управляти волонтерами, заходами та проектами, а також забезпечить зручний доступ до всіх необхідних функціональних можливостей.

3.2 Програмна реалізація системи

Робота розпочалася з аналізу потреб користувачів. Було визначено чотири ключові ролі: клієнт, волонтер, координатор та адміністратор, кожен із яких має окремі функціональні можливості та права доступу. Клієнти можуть подавати заявки на допомогу, відстежувати їхній статус та

отримувати сповіщення про зміни. Волонтери мають доступ до інформації про заходи, у яких вони беруть участь, і можуть переглядати свою активність. Координатори відповідають за управління подіями, розподіл волонтерів і комунікацію з ними. Адміністратори отримують повний доступ до всіх даних, включаючи можливість керування користувачами, перегляду звітів та інтеграції з іншими сервісами.

Для фронтенду було обрано React, що забезпечило швидку розробку динамічного та інтерактивного інтерфейсу. Головна сторінка містить заклик до реєстрації що показано на рисунку 3.1.



Рисунок 3.1 – Головна сторінка системи

Крім того загальну актуальні події що можемо бачити на рисунку 3.2.

Авторизовані користувачі мають доступ до спеціалізованих розділів. Клієнти бачать сторінку з можливістю створення заявки та відстеження її статусу можемо це спостерігати на рисунку 3.3.



Рисунок 3.2 – Головна сторінка із заходами організації

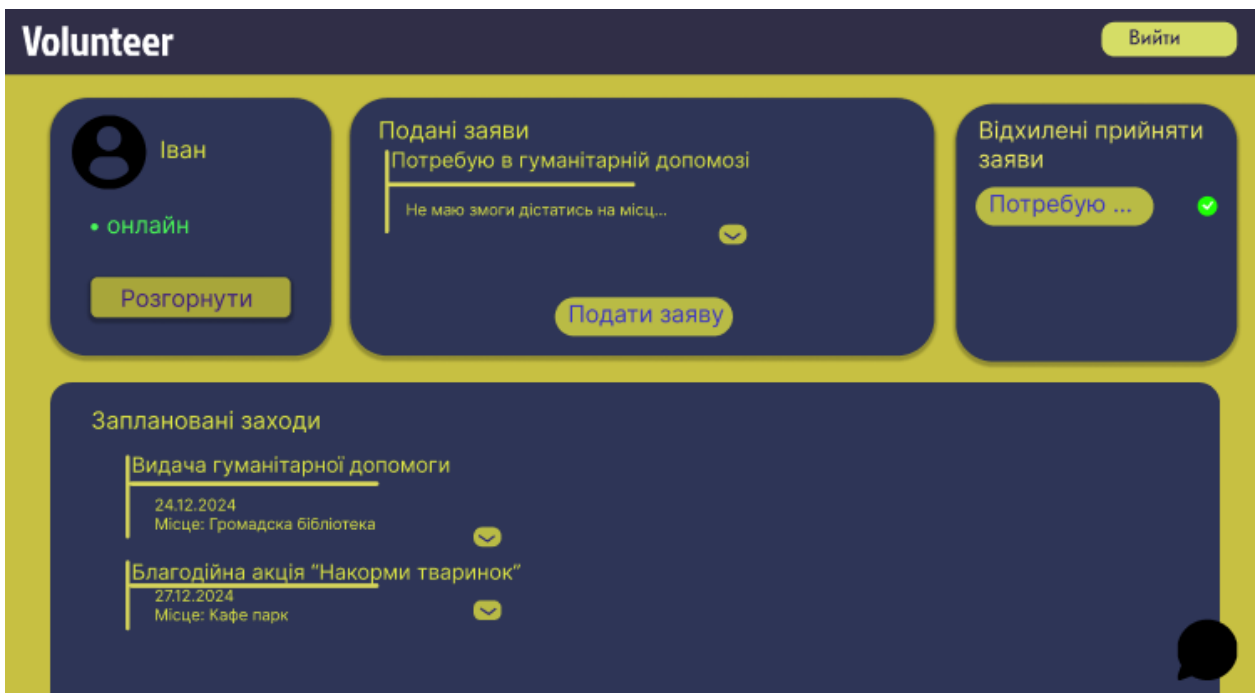


Рисунок 3.3 – Сторінка користувача

Волонтери можуть переглядати розклад заходів, на які вони зареєстровані, а також доступні події, до яких можна долучитися (рис. 3.4).



Рисунок 3.4 – Сторінка волонтера

Координатори мають інструменти для створення та редагування подій, розподілу волонтерів і відправлення повідомлень (рис. 3.5).

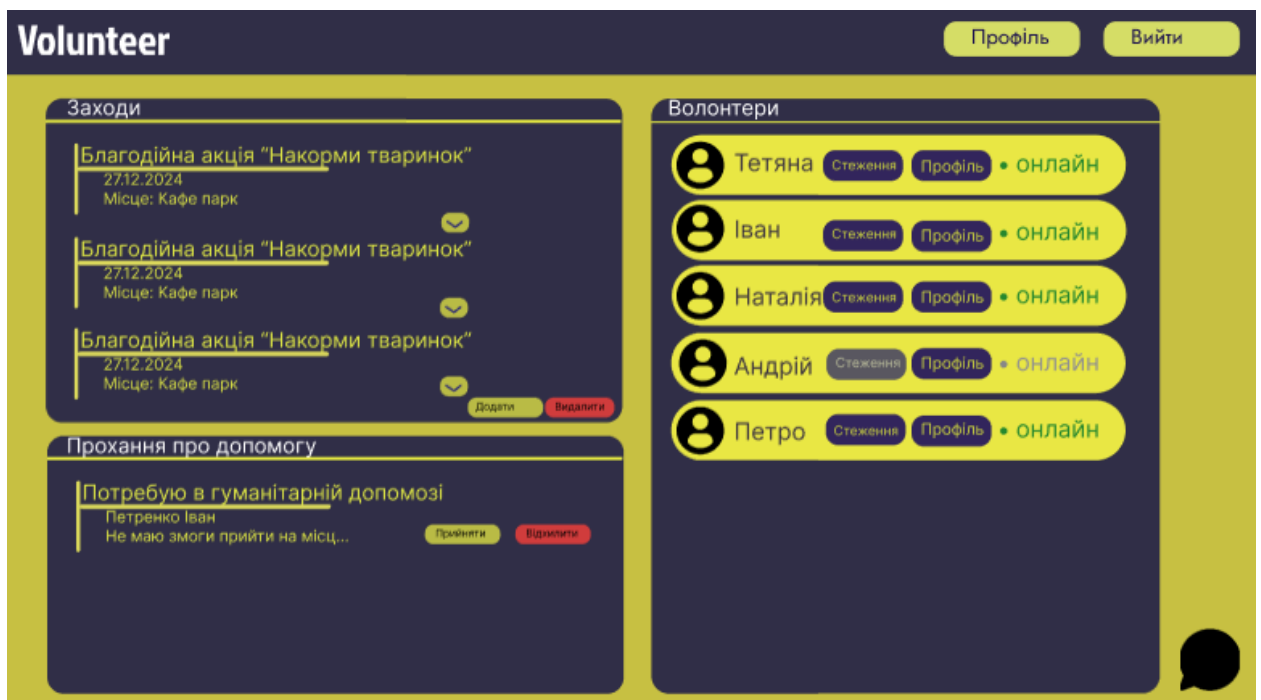


Рисунок 3.5 – Сторінка координатора

Крім того координатори можуть також редагувати профіль волонтера, змінювати його обов'язки та роль у заходах, до всього цього для більшої зручності було інтегровано відстеження волонтерів за останніми їх геоданими, які отримує сайт під час останньої їх активності (рис. 3.6), це допомагає швидше добиратись відстежувати дії та виправляти волонтерів за потреби.

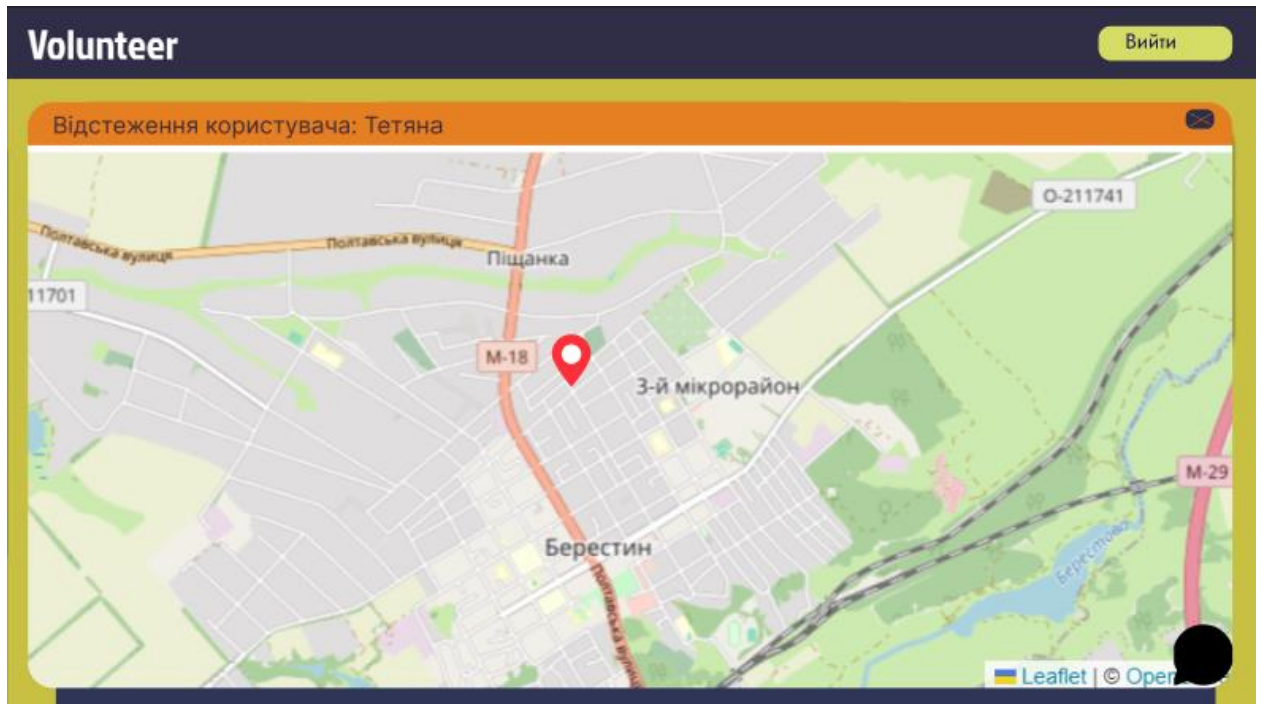


Рисунок 3.6 – Рисунок відстеження волонтера

Адміністратори, крім цих функцій, мають панель керування, яка дозволяє переглядати всі дані про волонтерів, координаторів, клієнтів, події та фінансові надходження, також має всі права, які має координатор, та вносити зміни до розхідного матеріалу, який потрібен в ході виконання роботи, роблячи постачання (рис. 3.7).

Серверна частина була реалізована на платформі ASP.NET, що дозволило створити масштабовану систему з високою продуктивністю. Уся бізнес-логіка обробляється на сервері, включаючи авторизацію, валідацію даних, управління базою даних і формування звітів.

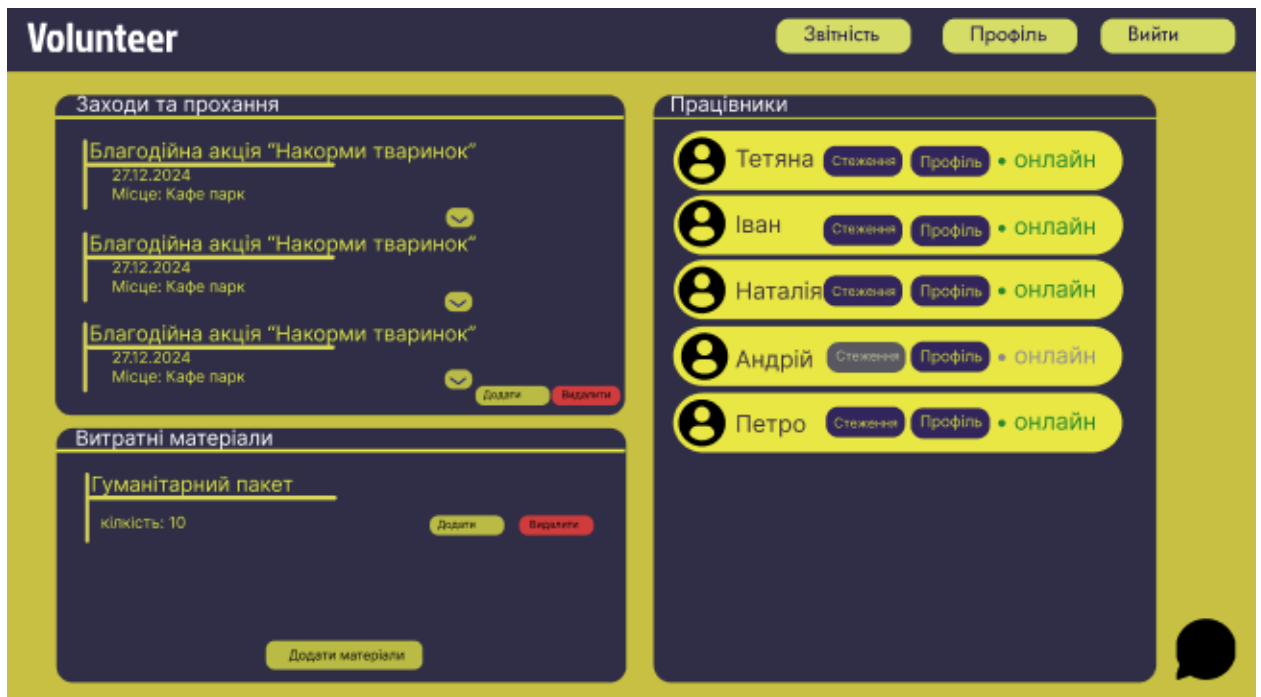


Рисунок 3.7 – Сторінка адміністратора

Для забезпечення безпеки використано технологію JSON Web Tokens (JWT), яка дозволяє реалізувати надійний механізм аутентифікації та авторизації. Різні ролі користувачів мають чітко визначені рівні доступу, що мінімізує ризик несанкціонованого використання даних.

Для зберігання даних використовується реляційна база даних PostgreSQL. У структурі бази передбачено таблиці для збереження інформації про користувачів, події, заявки, повідомлення в чаті, а також звіти та фінансові дані. Реалізовано індексацію ключових полів для підвищення швидкості запитів. База даних автоматично резервується для збереження цілісності інформації. Схему бази даних наведено на рисунку 3.8.

Інтеграція чату в систему стала важливим елементом для забезпечення командної роботи. Реалізовано механізм обміну повідомленнями в реальному часі за допомогою WebSocket. Кожен користувач, крім клієнтів, може спілкуватися з іншими учасниками команди, обговорювати події чи вирішувати організаційні питання.

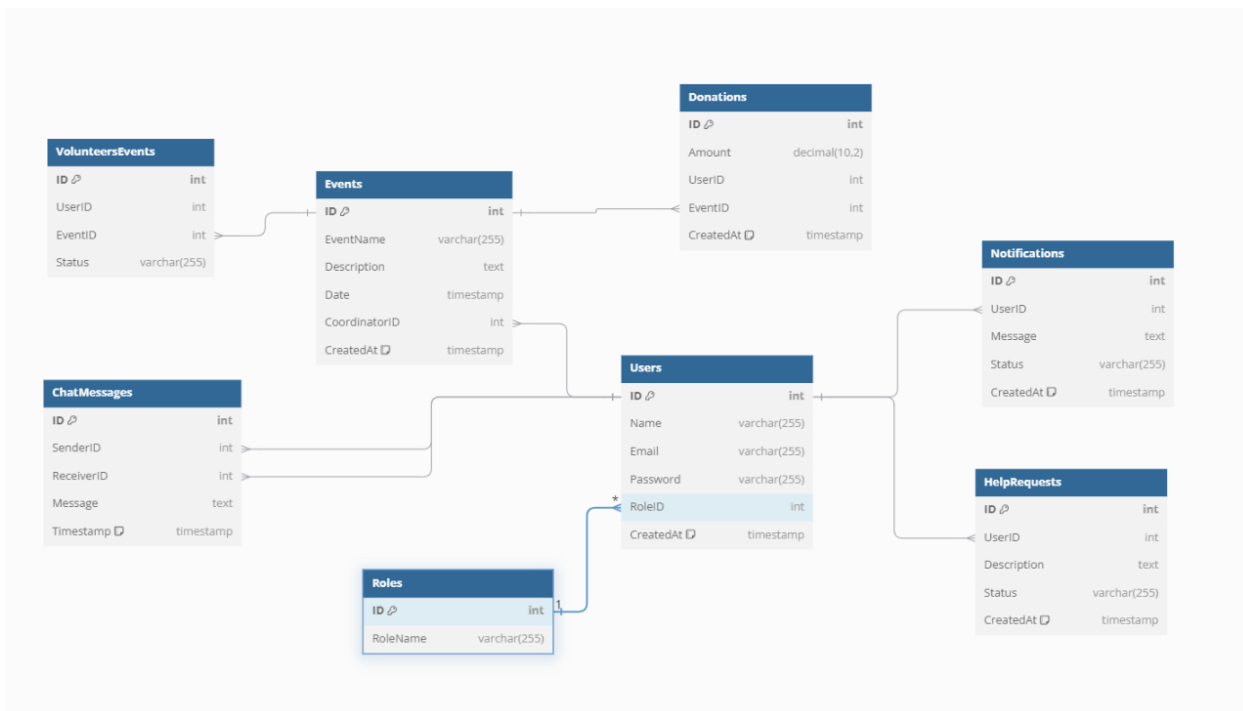


Рисунок 3.8 – Схема бази даних

Історія чатів зберігається в базі даних, забезпечуючи доступ до неї у разі потреби.

Система також підтримує функцію сповіщень. Волонтери, координатори та клієнти отримують повідомлення про зміну статусу заявок, нові події або інші важливі оновлення через push-сповіщення та електронну пошту.

3.3 Інструкція користувача

Інформаційна система для автоматизації волонтерських організацій створена для забезпечення зручності в роботі різних категорій користувачів. Головна сторінка призначена для всіх відвідувачів і містить заклик до реєстрації. У ній також відображено перелік актуальних заходів, що проводяться організацією. Ця сторінка є першим етапом взаємодії користувача із системою.

Авторизовані користувачі отримують доступ до функціоналу, що відповідає їхній ролі. Клієнти можуть створювати заявки на допомогу, відстежувати їх статус та отримувати повідомлення про зміни. Інтерфейс простий та інтуїтивний: доступ до заявок і статусів забезпечується через спеціальну сторінку. У цьому розділі також відображаються заходи, організовані для клієнтів.

Волонтери мають доступ до розділу з подіями, де відображаються заходи, на які вони зареєстровані, а також доступні нові події для реєстрації. Через систему можна переглядати деталі заходів (рис. 3.9), долучатися до них та взаємодіяти з іншими учасниками команди за допомогою вбудованого чату. Чат підтримує обмін повідомленнями в реальному часі, що сприяє швидкій комунікації.



Рисунок 3.9 – Інтерфейс при перегляді події волонтером

Координатори отримують доступ до інструментів управління заходами. Вони можуть створювати нові події, редагувати існуючі та розподіляти волонтерів за завданнями (рис. 3.10). Для більш ефективного планування інтегровано функцію геолокації, яка дозволяє відстежувати останнє

місцезнаходження волонтерів. Це допомагає швидко визначити доступність волонтера та оптимізувати процес розподілу обов'язків. Крім того, координатори мають можливість працювати із заявками клієнтів, визначаючи, які волонтери можуть найкраще виконати завдання.

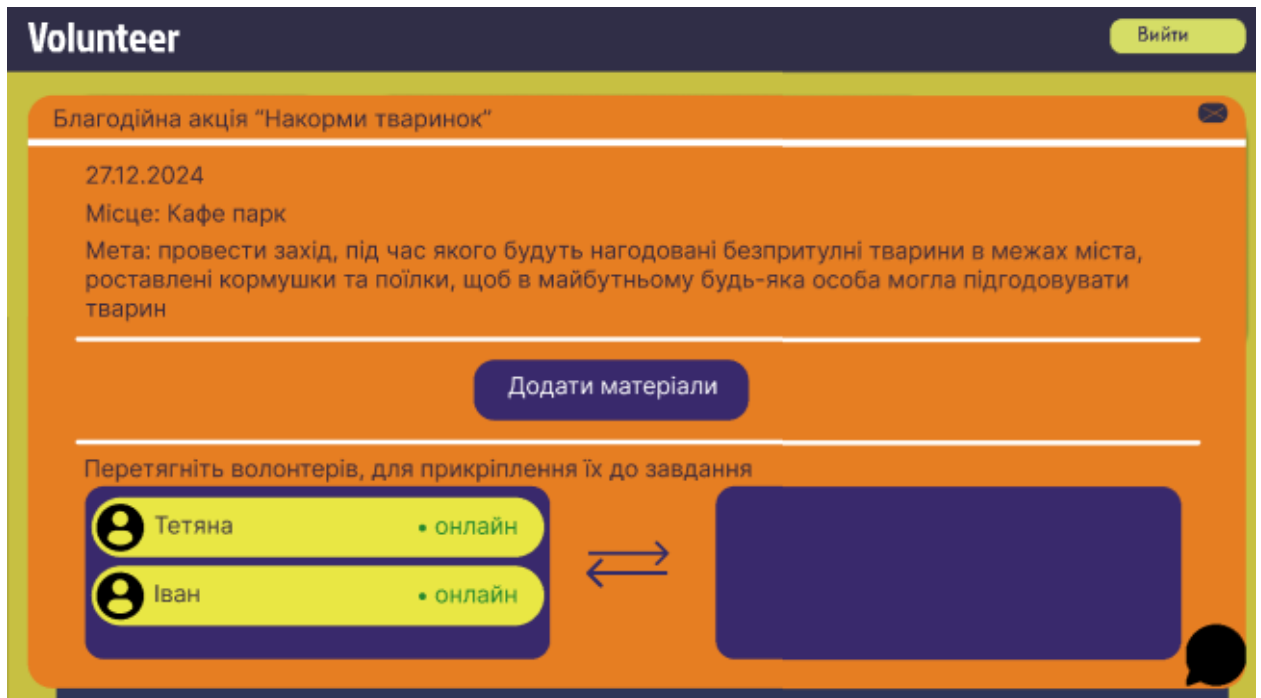


Рисунок 3.10 – Назначення координатором волонтерів

Адміністратори мають найширші права. Вони можуть управляти всіма аспектами системи, включаючи додавання, редагування або видалення користувачів, подій та заявок. Їм також доступна інформація про фінансові надходження, що дозволяє аналізувати поточну ситуацію та формувати звіти про діяльність організації (рис. 3.11). Адміністратор може керувати матеріальним забезпеченням заходів, створюючи запити на постачання необхідних ресурсів.

Дана система автоматизує основні функціонали, а саме реєстрацію, подання заявок до волонтерських організацій, видачу завдань волонтерам, слідкування за ними та комунікацію, як всередині організації, так і між замовниками.



Рисунок 3.11 – Сторінка звітів

3.4 Тестування функціоналу та оцінка продуктивності

Тестування включало функціональне тестування, оцінку продуктивності, перевірку безпеки та тестування інтерфейсу користувача.

Функціональне тестування охоплювало всі основні модулі системи: реєстрацію та авторизацію користувачів, функціонал для клієнтів, волонтерів, координаторів і адміністраторів. Зокрема, перевірялися сценарії створення заявок клієнтами, реєстрації волонтерів на заходи, управління подіями координаторами та доступ адміністратора до всіх розділів. Було протестовано правильність обробки даних, відображення інформації на сторінках та відповідність рівнів доступу ролям користувачів. Усі основні функції системи працюють відповідно до вимог.

Оцінка продуктивності включала тестування під навантаженням, де система була перевірена на стійкість при одночасному використанні великої кількості користувачів.

Тести показали, що система здатна обробляти до 1000 запитів на хвилину без суттєвих затримок, а час відгуку серверу в середньому складає 250 мс. Таблиця 3.1 відображає залежність часу відгуку від кількості запитів.

Таблиця 3.1 – Залежність часу від кількості запитів

Кількість запитів	Час відгуку (мс)
100	150
500	180
1000	250
1500	400
2000	700

Тестування безпеки зосереджувалося на перевірці механізмів аутентифікації та авторизації. Було протестовано систему на вразливість до SQL-ін'єкцій, міжсайтового виконання скриптів (XSS) і атак методом підбору паролів. Використання JWT забезпечило надійний захист даних, а система ролей успішно обмежує доступ відповідно до прав користувача.

Ці результати підтверджують, що система відповідає всім вимогам та забезпечує стабільну роботу навіть під високим навантаженням. Усі знайдені недоліки були усунені на етапі тестування, що дозволило гарантувати високу якість кінцевого продукту.

ВИСНОВОК

У рамках дослідження функціоналів інформаційних систем для волонтерських організацій було проведено детальний аналіз потреб користувачів і специфіки їх діяльності. На основі цього аналізу було розроблено інформаційну систему, що автоматизує ключові процеси, включаючи обробку заявок, управління подіями, координацію діяльності волонтерів та адміністрування організації.

Наукова новизна даного дослідження полягає в розробці інформаційної системи, яка вперше інтегрує функціонал для автоматизації процесів управління волонтерськими організаціями з акцентом на ефективну взаємодію між координаторами, волонтерами та клієнтами.

Система включає адаптивний інтерфейс, побудований на базі React, який забезпечує зручність і швидкість взаємодії для користувачів різних категорій: клієнтів, волонтерів, координаторів та адміністраторів. Для бекенду використано ASP.NET, що дозволило реалізувати надійну серверну логіку з підтримкою масштабованості, безпечного зберігання даних і швидкої обробки запитів. База даних PostgreSQL забезпечує ефективне управління інформацією, включаючи заявки, профілі користувачів, події та фінансові записи.

Особлива увага приділена питанням безпеки та зручності. Реалізовані механізми авторизації на основі JWT, чітка рольова структура доступу та інтегрований чат сприяють організації командної роботи й захисту конфіденційної інформації. Система підтримує функцію відстеження активності волонтерів у реальному часі, а також автоматизовані звіти для оцінки ефективності роботи організації.

Проведене тестування підтвердило, що розроблена система відповідає потребам волонтерських організацій. Вона демонструє високу продуктивність навіть за умов значного навантаження, є зручною у використанні й сприяє ефективній комунікації та організації процесів. Окрім

функціонального покриття, система відкриває нові можливості для подальшого розвитку, зокрема для впровадження мобільного застосунку, розширеної аналітики та інтеграції з іншими платформами.

Загалом дослідження підтвердило, що правильно спроектована інформаційна система здатна суттєво оптимізувати процеси волонтерських організацій, полегшити комунікацію між учасниками й забезпечити надійну підтримку для подальшого розвитку. Результати роботи демонструють значний внесок у підвищення ефективності діяльності волонтерів і координаторів, створюючи основу для більш широкого впровадження цифрових рішень у волонтерському секторі.

Результати дослідження апробовано у вигляді тез доповіді під час Міжнародної студентської наукової конференції «ГЛОБАЛІЗАЦІЯ НАУКОВИХ ЗНАТЬ: МІЖНАРОДНА СПІВПРАЦЯ ТА ІНТЕГРАЦІЯ ГАЛУЗЕЙ НАУК» [46].

ПЕРЕЛІК ДЖЕРЕЛ ПОСИЛАННЯ

1. Brudney, J. L. (2016). *Designing and managing volunteer programs*. New York, NY: John Wiley & Sons.
2. Ellis, S. J. (2010). *The volunteer recruitment book*. Philadelphia, PA: Energize.
3. Connors, T. D. (2012). *The volunteer management handbook: Leadership strategies for success*. Hoboken, NJ: Wiley.
4. United Nations Volunteers. (2018). *State of the World's Volunteerism Report 2018: The thread that binds*. Retrieved from <https://www.unv.org>
5. Prouteau, L., & Wolff, F. C. (2020). *Volunteering in international context*. Cheltenham, UK: Edward Elgar Publishing.
6. Katleman, R., & Volunteering, E. (2014). *Managing volunteers in nonprofit organizations*. New York, NY: Springer.
7. Harris, L. (2015). *Strategic volunteer management*. Sydney, Australia: McGraw-Hill.
8. Wilde, L. (2017). *Volunteers: A guide to managing volunteer programs in nonprofits*. Los Angeles, CA: Sage Publications.
9. Walters, C., & Hill, T. (2019). *The role of volunteers in community engagement*. Cambridge, UK: Cambridge University Press.
10. Brown, K. M. (2020). *Volunteer leadership: How to lead a successful volunteer program*. Los Angeles, CA: Sage Publications.
11. MacIndoe, H., & Sullivan, S. (2018). A study on volunteer database systems for NGOs, *International Journal of Nonprofit and Voluntary Sector Marketing*, 15(2), pp. 123-135.
12. Dorgan, M., & McHugh, J. (2021). Volunteer management systems and digital tools, *Journal of Nonprofit Management*, 22(3), pp. 45-59.

13. Chen, M. R., & Wang, X. (2022). A comparative study of volunteer management systems, *International Journal of Volunteer Management*, 28(5), pp. 67-78.
14. Martin, B., & Grange, R. (2020). Enhancing volunteer engagement through technology, *Journal of Volunteer Research*, 33(4), pp. 98-105.
15. Wilson, S., & Jenkins, P. (2019). The evolution of volunteer management technologies, *International Review of Volunteerism*, 18(6), pp. 134-146.
16. Freeman, A. (2021). *Pro ASP.NET Core 6: Develop cloud-ready web applications using MVC, Blazor, and Razor Pages*. New York, NY: Apress.
17. Smith, J. P. (2019). *Entity Framework Core in action*. New York, NY: Manning Publications.
18. Esposito, D., & Subramanian, N. (2020). *Modern Web Development with ASP.NET Core 3: An end-to-end guide*. Birmingham, UK: Packt Publishing.
19. Krause, J. (2019). *React and React Native*. Sebastopol, CA: O'Reilly Media.
20. Roy, C. (2021). *Pro React 16: A complete guide to modern web development*. New York, NY: Apress.
21. Google Developers. (2021). *Introduction to React and JSX*, *Google Developer Blog*. Retrieved from <https://developers.google.com>
22. Mozilla Developer Network. (2023). *Introduction to React*. Retrieved from <https://developer.mozilla.org>
23. Smashing Magazine. (2022). *State management in React: Modern approaches*. Retrieved from <https://www.smashingmagazine.com>
24. GitHub Docs. (2023). *Best practices for open source contributions*. Retrieved from <https://docs.github.com>
25. Microsoft Docs. (2023). *Getting started with ASP.NET Core MVC*. Retrieved from <https://learn.microsoft.com>
26. Duckett, J. (2014). *HTML and CSS: Design and build websites*. Indianapolis, IN: Wiley.

27. Marcotte, E. (2011). *Responsive web design*. New York, NY: A Book Apart.
28. Martin, R. C. (2017). *Clean architecture: A craftsman's guide to software structure and design*. Upper Saddle River, NJ: Prentice Hall.
29. Crockford, D. (2008). *JavaScript: The good parts*. Sebastopol, CA: O'Reilly Media.
30. Fowler, M. (2019). *Refactoring: Improving the design of existing code* (2nd ed.). Boston, MA: Addison-Wesley.
31. V. Gorokhovatsky, Y. Putyatin and V. Stolyarov (2017) Research of Effectiveness of Structural Image Classification Methods using Cluster Data Model, *Radio Electronics Computer Science Control*, vol. 3, no. 42, pp. 78-85.
32. Gorokhovatskyi V., Tvoroshenko I., Yakovleva O. (2024) Transforming image descriptions as a set of descriptors to construct classification features, *Indonesian Journal of Electrical Engineering and Computer Science*, 33 (1), 113-125.
33. Gorokhovatskyi, V., Gadetska, S., & Stiahlyk, N. (2023). Accelerating Image Classification based on a Model for Estimating Descriptor-to-Class Distance. *International Journal of Computing*, 22(4), 485-492.
34. Daradkeh Y.I., Gorokhovatskyi V., Tvoroshenko I., Gadetska S., and Al-Dhaifallah M. (2023) Statistical data analysis models for determining the relevance of structural image descriptions, *IEEE Access*, 11, 126938-126949.
35. Tvoroshenko, I., & Zarivchatskyi, R. (2020). Analysis of existing methods for searching object in the video stream, in *Proc. VI Int. Sci. Practic. Conf. «About the problems of science and practice, tasks and ways to solve them»*, Milan, pp. 500-505.
36. Gorokhovatskyi V.A., Zamula A.A. (2016) Employment of Intelligent Technologies in Multiparametric Control Systems. *Telecommunications and Radio Engineering*. Vol. 75, No 19, p. 1775–1785.
37. Gorokhovatsky, V. (2014), *Structural Analysis and Intellectual Data Processing in Computer Vision*, SMIT, Kharkiv.

38. Gorokhovatskyi V., Gadetska S., Stiahlyk N. (2020) Image structural classification technologies based on statistical analysis of descriptions in the form of bit descriptor set. In CEUR Workshop Proceedings: Computer Modeling and Intelligent Systems (CMIS-2020), 2608, pp. 1027-1039.

39. Daradkeh Y.I., Gorokhovatskyi V., Tvoroshenko I., and Zeghid M. (2024) Improving the effectiveness of image classification structural methods by compressing the description according to the information content criterion, *Computers, Materials & Continua*, vol. 80, no. 2, pp. 3085-3106.

40. Gorokhovatskyi, V., Stiahlyk, N., Mazur, Y., Vechirska, A. (2024) Способи метричної грануляції для опису зображень у задачі класифікації. Системи управління, навігації та зв'язку. Збірник наукових праць, 3(77), 106-112.

41. Pomazan V., Tvoroshenko I., and Gorokhovatskyi V. (2023) Handwritten character recognition models based on convolutional neural networks, *International Journal of Academic Engineering Research*, 7(9), pp. 64-72.

42. Gadetska, S.V., Gorokhovatskyi, V. O., Stiahlyk, N. I., Vlasenko, N.V. Statistical data analysis tools in image classification methods based on the description as a set of binary descriptors of key points. *Radio Electronics, Computer Science, Control*, 2021, №4, pp. 58-68.

43. Gorokhovatskyi, V., Vlasenko, N. (2021). Редукція опису зображення у складі множини дескрипторів на основі метричного критерію інформативності. *Advanced Information Systems*, 5(4), pp. 10-16.

44. Tvoroshenko I.S., and Gorokhovatsky V.O. (2019) Intelligent classification of biophysical system states using fuzzy interval logic, *Telecommunications and Radio Engineering*, 78(14), pp. 1303–1315.

45. Gorokhovatskyi V., Tvoroshenko I., Yakovleva O., Hudáková M., and Gorokhovatskyi O. (2024) Application a committee of Kohonen neural networks to training of image classifier based on description of descriptors set, *IEEE Access*, vol. 12, pp. 73376-73385.

46. Тютюнник А.С. (2024) Дослідження функціоналів інформаційних систем волонтерських організацій. *Глобалізація наукових знань: міжнародна співпраця та інтеграція галузей наук. Матеріали VII міжнародної студентської наукової конференції, 29 листопада, 2024, Суми, Україна, С. 302-303.*