

Вінницький національний технічний університет
Факультет інформаційних технологій та комп'ютерної інженерії
Кафедра обчислювальної техніки

МАГІСТЕРСЬКА КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА

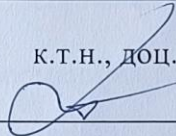
на тему:

КОМП'ЮТЕРНА ІНФОРМАЦІЙНА СИСТЕМА ЕЛЕКТРОННОЇ ЧЕРГИ

Виконав: студент 2 курсу, групи КІ- 22мз
спеціальності 123 — «Комп'ютерна інженерія»

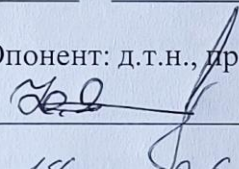

Кривунець О.М.

Керівник: к.т.н., доц.каф. ОТ


Тарновський М. Г.

« 12 » 06 2024 р.

Опонент: д.т.н., проф., голова секції УБ каф. МБІС


Яремчук Ю.С.

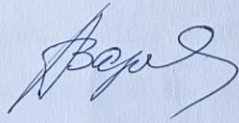
« 18 » 06 2024 р.

Допущено до захисту

Завідувач кафедри ОТ

д.т.н., проф. Азаров О. Д.

« 19 » 06 2024 р.



ВНТУ 2024

ВІННИЦЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ ТЕХНІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ

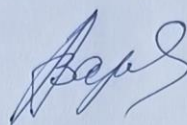
Факультет інформаційних технологій та комп'ютерної інженерії
Кафедра обчислювальної техніки
Галузь знань — Інформаційні технології
Освітній рівень — магістр
Спеціальність — 123 Комп'ютерна інженерія
Освітньо- професійна програма — Комп'ютерна інженерія

ЗАТВЕРДЖУЮ

Завідувач кафедри ОТ

проф. О.Д. Азаров

"12" 03, 2024р.



ЗАВДАННЯ

НА МАГІСТЕРСЬКУ КВАЛІФІКАЦІЙНУ РОБОТУ

студенту Кривунцю Олегу Миколайовичу

1 Тема роботи «Комп'ютерна інформаційна система електронної черги», керівник роботи Тарновський М. Г. к.т.н., доцент, затверджено наказом вищого навчального закладу від 11.03.2024 року № 111.

2 Строк подання студентом роботи 19.06.2024.

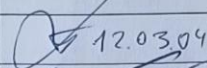

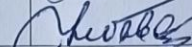
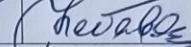
3 Вихідні дані до роботи: призначення системи призначення — керування потоками відвідувачів; підтримка можливості онлайн запису; інформаційне табло — світлодіодне, семисегментне; відображувана інформація — 3 символи номеру талону, 2 символи номеру оператора.

4 Зміст текстової частини (перелік питань, які потрібно розробити): вступ, аналіз предметної області, вибір та обґрунтування аналогів, аналіз апаратно-програмних засобів сучасних систем електронної черги, вибір архітектури системи, розробка інформаційних табло, розробка рекомендацій з введення в експлуатацію, економічна частина.

5 Перелік графічного матеріалу (з точним зазначенням обов'язкових креслень): архітектура системи, структурна схема модуля керування інформаційного табло, функціональна схема модуля керування інформаційного табло, UML-діаграма зв'язків між таблицями бази даних

6 Консультанти розділів роботи наведені в таблиці 1.

Таблиця 1 — Консультанти роботи

Розділ	Прізвище, ініціали та посада консультанта	Підпис, дата	
		завдання видав	завдання прийняв
1-4	Тарновський М. Г. к.т.н., доцент	 12.03.04	
5	Небава М. І. проф., каф. ЕПВМ		

7 Дата видачі завдання «19» 03 2023 року.

8 Календарний план виконання приведений в таблиці 2.

Таблиця 2 — Календарний план

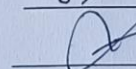
№ з/п	Назва етапів дипломного роботи	Термін виконання		Примітка
		початок	закінчення	
1	Постановка задачі роботи	12.03.24	12.03.24	виконано
2	Аналіз предметної області	13.03.24	31.03.24	виконано
3	Визначення архітектури системи електронної черги	1.04.24	21.04.24	виконано
4	Розробка апаратно-програмних засобів системи.	22.04.24	12.05.24	виконано
5	Розробка рекомендацій з введення в експлуатацію.	13.05.24	19.05.24	виконано
6	Оцінка комерційного потенціалу розробки	20.05.24	6.06.24	виконано
7	Оформлення пояснювальної записки та ілюстративного матеріалу	7.06.24	13.06.24	виконано
8	Перевірка якості виконання магістерської кваліфікаційної роботи та усунення недоліків	14.06.24	18.06.24	виконано

Студент



Кривунець О. М..

Керівник роботи



Тарновський М.Г.

АНОТАЦІЯ

Кривунець О.М. Комп'ютерна інформаційна система електронної черги. Магістерська кваліфікаційна робота зі спеціальності 123 — Комп'ютерна Інженерія, Вінниця: ВНТУ, 2024, 86 с.

На укр. мові. Бібліогр.: 21 назв; рис.: 23; табл. 12.

У роботі розглянуто принципи побудови системи електронної черги. В роботі проведений аналіз сучасних підходів до побудови таких систем, вибрано та проаналізовано аналоги, вибрано архітектуру системи електронної черги з підтримкою онлайн запису, розроблено структурну та функціональну схеми модуля керування інформаційних табло, розглянуто структуру бази даних системи, надані рекомендації з введення її в експлуатацію, оцінено економічну ефективність запропонованої системи при введенні її в експлуатацію.

Ключові слова: система електронної черги, організація обслуговування клієнтів, інформаційне табло.

ABSTRACT

Kryvunets O.M. Computer information system of electronic queue. Master's thesis on specialty 123 — Computer Engineering, Vinnytsia: VNTU, 2024, 86 p.

In Ukrainian speech Bibliography: 21 Titles; Fig.: 23; table 12.

The work considers the principles of building an electronic queue system. The paper analyzes modern approaches to the construction of such systems, selects and analyzes analogues, selects the architecture of the electronic queue system with support for online recording, develops the structural and functional diagrams of the control module of the information boards, considers the structure of the database of the system, provides recommendations for putting it into operation, the economic efficiency of the proposed system when it is put into operation is estimated.

Keywords: electronic queue system, organization of customer service, information board.

ЗМІСТ

ВСТУП	8
1 АНАЛІЗ ПРЕДМЕТНОЇ ОБЛАСТІ	10
1.1 Система електронної черги як інноваційне рішення з управління потоками відвідувачів	10
1.2 Сучасні підходи до побудови систем електронної черги	11
1.3 Вибір та обґрунтування аналогів.....	16
2 АПАРАТНІ ТА ПРОГРАМНІ ЗАСОБИ СИСТЕМИ ЕЛЕКТРОННА ЧЕРГА	22
2.1 Функціональна організації системи електронної черги.....	22
2.2 Апаратні засоби системи електронної черги	24
2.3 Програмні засоби системи електронної черги.....	27
3. РОЗРОБКА СИСТЕМИ ЕЛЕКТРОННОЇ ЧЕРГИ	29
3.1 Вибір архітектури системи	29
3.2 Розробка структурної схеми інформаційного табло	35
3.3 Вибір елементної бази модуля керування інформаційного табло.....	39
3.4 Розробка функціональної схеми модуля керування табло	48
3.5 Проектування бази даних.....	52
3.6 Розробка інтерфейсу веб-додатку	57
4 РЕКОМЕНДАЦІЇ З ВВЕДЕННЯ В ЕКСПЛУАТАЦІЮ	63
4.1 Підготовка до роботи.....	63
4.2 Налаштування обладнання.....	65
4.3 Моніторинг та технічна підтримка	66
5 ЕКОНОМІЧНА ЧАСТИНА	68
5.1 Комерційний та технологічний аудит науково–технічної розробки.....	68

					08-54.МКР.005.00.000 ПЗ			
Змн.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата	Комп'ютерна інформаційна система електронної черги Пояснювальна записка	Літ.	Аркуш	Аркушів
Розробив	Кривунець О.М.					6	96	
Перевірив	Тарновський М.Г.							
Реценз.	Яремчук Ю.Є.							
Н. контр.	Швець С.І.					ВНТУ, гр. КІ-22мз		
Затвердж.	Азаров О.Д							

5.2 Прогнозування витрат на виконання науково–дослідної (дослідно–конструкторської) роботи	71
5.3 Розрахунок економічної ефективності розробки за її можливої комерціалізації потенційним інвестором	76
ВИСНОВКИ	83
ПЕРЕЛІК ДЖЕРЕЛ ПОСИЛАННЯ	85
ДОДАТОК А Технічне завдання	87
ДОДАТОК Б Архітектура схема електронної черги	92
ДОДАТОК В Структурна схема модуля керування табло	93
ДОДАТОК Г Функціональна схема модуля керування табло	1594
ДОДАТОК Д UML–діаграма зв’язків між таблицями бази даних	1695
ДОДАТОК Е Протокол перевірки кваліфікаційної роботи на наявність текстових запозичень.....	17

ВСТУП

Сучасний світ стикається з постійним зростанням потреб у раціональній організації робочих процесів. Ефективне управління часом є важливим аспектом у житті людей та різних організацій, що вимагає управління потоками відвідувачів для боротьби зі стовпотворіннями та пов'язаними з ними плутаниною та конфліктними ситуаціями. Стовпотворіння створюють незручності не тільки для клієнтів, але й для організацій, що у цілому негативно впливає на якість обслуговування.

Актуальність теми магістерської кваліфікаційної роботи обумовлена необхідністю управління потоками відвідувачів для мінімізації невиправданих втрат часу клієнтами при тривалому очікуванні, зменшення їх втомленості, створення комфортних умов та упорядкування роботи обслуговуючого персоналу тощо. Скорочення та ліквідація черг, які стають причиною тривалого очікування на доступ до послуг, дозволяє оптимізувати роботу з відвідувачами, підвищити продуктивність та покращити якість обслуговування.

Сучасними рішенням вирішення проблем з чергами є впровадження системи електронної черги — комплексу програмно-апаратних засобів, який дозволяє формалізувати та оптимізувати управління потоком відвідувачів. Завдяки використанню подібних систем можна значно спростити роботу з клієнтами та оптимально налаштувати бізнес-процеси [1].

Крім упорядкування потоку клієнтів, система електронної черги дозволяє проводити збір даних, за якими можна визначати години пікового навантаження, як навантаження розподіляється протягом дня між співробітниками, як змінюється потік відвідувачів за один робочий день, тиждень та місяць. Такі статистичні дані дозволяють створювати прогнози відвідуваності та допомагають коригувати графік роботи персоналу так, щоб у кожний момент часу бул стільки співробітників, скільки необхідно для ефективного обслуговування клієнтів. Поряд із цим отримується можливість запровадження

програми з мотивації персоналу, наприклад, премії за кількістю обслужених клієнтів для підвищення іміджу [2].

Метою роботи є покращення функціональних можливостей системи електронної черги за рахунок підтримання онлайн запису, при якому враховується поточний стан черги.

Для досягнення поставленої мети в роботі будуть розв'язані такі задачі:

- аналіз предметної області;
- аналіз можливих підходів до побудови системи електронної черги;
- визначення структурної та функціональної побудови системи електронної черги з покращеними функціональними можливостями.

Об'єктом дослідження є процеси передачі та обробки даних в комп'ютерних системах.

Предметом дослідження апаратно-програмні засоби систем електронної черги.

Новизна роботи полягає в тому, що набув подальшого розвитку сервіс з онлайн запису на отримання послуг, в якому на відміну від існуючих запис здійснюється не за принципом бронювання вільного на даний момент часу, а з врахуванням поточного стану черги, що дозволяє зменшити час очікування відвідувачів, які зареєструвалися у черзі офлайн.

Практичне значення роботи полягає в тому, що запропоновані підходи дозволяють покращити управління чергою.

1 АНАЛІЗ ПРЕДМЕТНОЇ ОБЛАСТІ

1.1 Система електронної черги як інноваційне рішення з управління потоками відвідувачів

Електронна черга — це комплекс апаратного та програмного забезпечення, який вирішує проблеми управління потоком відвідувачів, створюючи комфортні умови очікування та покращуючи якість обслуговування. Такі системи надають можливість легко вирішувати питання організації порядку обслуговування клієнтів, що сприяє вищій оперативності роботи. Вони не тільки підвищують лояльність клієнтів, але й сприяють підвищенню продуктивності роботи персоналу. Сьогодні системи електронної черги успішно застосовується в різних галузях, де актуальні проблеми організації та контролю потоків клієнтів: державні установи, банки, медичні заклади тощо.

Впровадження систем електронної черги забезпечує:

- підвищення ефективності роботи організації;
- скорочення часу та покращення якості обслуговування клієнтів;
- збирання статистичних даних для подальшого аналізу;
- скорочення часу очікування клієнтів у черзі;
- оптимізацію витрат, що витрачаються обслуговування клієнтів.

Система електронної черги дозволяє:

- рівномірно розподіляти відвідувачів протягом дня;
- зменшити час на обслуговування кожного клієнта та підвищити продуктивність відповідних підрозділів;
- вирішити проблему інформування клієнтів, звільняючи співробітників від необхідності відповідати на повторювані запитання;
- забезпечити комфортні умови роботи для персоналу;
- значно зменшити можливість конфліктів;
- отримувати актуальну інформацію про попит на послуги, ефективність роботи персоналу та рух клієнтів;

- демонструвати клієнто– орієнтованість та сучасний підхід до обслуговування;
- забезпечити рівномірний розподіл відвідувачів, використовуючи алгоритми для контролю та динамічного розподілу потоку клієнтів [3].

1.2 Сучасні підходи до побудови систем електронної черги

Системи електронної черги дійсно є простими та зрозумілими для відвідувачів різних організацій. Вони дозволяють оптимізувати обслуговування на основі даних, отриманих під час роботи, і оперативно вносити зміни. В результаті впровадження систем електронної черги покращується загальний клімат обслуговування, а продуктивність персоналу зростає [4].

Для реєстрації відвідувачів в електронній черзі на вході встановлюється термінал реєстрації з сенсорним дисплеєм та спеціальним принтером. Користувач, підійшовши до терміналу, за допомогою інтерактивного меню вибирає потрібну послугу, натискає на кнопку з назвою цієї послуги, тим самим реєструючись в черзі та отримуючи талон з номером черги. Після отримання талону відвідувач очікує виклику в залі очікування, де встановлено інформаційне табло, що відображає стан черги [5].

Система керування чергою включає кілька компонентів, конфігурація яких визначається відповідно до поставлених завдань. Ось основні компоненти системи:

- реєстраційний термінал, встановлюється на вході та дозволяє відвідувачам отримувати талони; користувачі можуть вибрати потрібну послугу та отримати номер черги;
- комутаційний блок відповідає за пересилання сигналів між різними компонентами системи.
- інформаційне табло, розташоване в залі очікування і відображає номер талону, який викликають на обслуговування;
- табло для робочих місць операторів: відображає інформацію про талони, які обслуговуються на різних робочих місцях;

- пульт виклику відвідувачів: встановлюється на робочому місці оператора. Оператор може викликати відвідувачів за номерами черги;
- програмне забезпечення, що є мозоком системи та відповідає за обробку даних, розподіл черг та взаємодію з іншими компонентами.

Термінал або консоль реєстрації електронної черги є ключовим компонентом системи управління чергою. Залежно від типу системи, це може бути сенсорний термінал, на якому можна вибрати послугу або кабінет, або кнопкова панель, де проти кожної кнопки вказано напрямок прийому.

Найчастіше термінал обладнується сенсорним екраном, на якому виводиться інтерактивне меню, термопринтером та диспенсером видачі талонів. Також в терміналі може мати пристрій для зчитування штрих – кодів. Це дозволяє ще швидше та зручніше реєструвати відвідувачів та видавати їм талони. Інтуїтивно зрозумілий інтерфейс дозволяє відвідувачам вибрати потрібну послугу та отримати талон з номером черги. Приклад терміналу зображено на рисунку 1.1.



Рисунок 1.1 — Термінал для реєстрації в електронній черзі

При встановленні сенсорного терміналу система черги може поєднуватися з довідково–інформаційною системою. Тоді відвідувач має можливість

ознайомитись із переліком послуг, а потім вибрати потрібний напрямок та отримати талон реєстрації.

Комутаційний блок є важливим компонентом системи управління чергою. Він відповідає за управління та живлення різних компонентів системи, а також об'єднує їх в єдину мережу електронної черги. Також він відповідає за передачу аудіосигналів до колонок і забезпечує електроживленням світлодіодні табло, що є важливим для синхронізації візуальної та аудіо інформації в системі.



Рисунок 1.2 — Комутаційний блок

Крім консолі реєстрації, у вестибюлі або залі очікування встановлюється символічне інформаційне табло для інформування про номери черги, каси та ймовірного часу обслуговування. Головне інформаційне табло (рис. 1.3) відображає стан електронної черги. Це дозволяє відвідувачам бачити, до якого оператора та орієнтовно за який час їм слід направитися для обслуговування. Головне табло може бути реалізовано на звичайних плазмових, рідкокристалічних, або світлодіодних матричних панелях.



Рисунок 1.3 — Головне інформаційне табло

Табло оператора (рис. 1.4) відображає номер талону та номер вікна, до якого викликано клієнта для обслуговування. Це дозволяє операторам ефективно керувати чергою та забезпечує зручність для відвідувачів. Реалізують табло оператора на світлодіодних або рідкокристалічних дисплеях.



Рисунок 1.4 — Табло оператора

Акустична система в системі електронної черги використовується для аудіовізуального сповіщення клієнтів. Вона може складатися з пасивних або активних колонок, які можуть бути встановлені на стіні чи стелі. Завдяки цій системі, клієнти чують оголошення про свою чергу та знають, коли та до якого вікна їм слід підійти для отримання послуг.

Пульти системи оцінки якості обслуговування (рис. 1.5) надають клієнтам можливість висловити свою думку щодо якості отриманих послуг. Вони також важливі для збору зворотного зв'язку від клієнтів, що допомагає покращити сервіс. Пульти бувають з двома або п'ятьма кнопками, що дозволяють клієнтам вибрати рівень задоволення послугами.



Рисунок 1.5 — Пульти системи оцінки обслуговування

Програмне забезпечення системи електронної черги встановлене на комп'ютерах співробітників і має функцію виклику клієнтів. Воно відображає порядковий номер талону, що дозволяє співробітникам відстежувати чергу та викликати клієнтів для обслуговування. Програмне забезпечення сучасної системи електронної черги є багатофункціональним засобом, що підтримує широкий набір функцій:

- управління та моніторинг черги, дозволяє контролювати та відстежувати стан черги;
- система оцінки якості обслуговування надає можливість клієнтам висловити свою думку щодо якості послуг;
- гнучкий редактор графічного інтерфейсу дозволяє налаштовувати інтерфейс під потреби організації;
- можливість попередньої реєстрації, забезпечує зручність для клієнтів;
- можливість віддаленої реєстрації через Інтернет, дозволяє зареєструватися перед візитом;
- SMS– запис та SMS– оповіщення, використовується для сповіщення клієнтів;
- можливість розміщення організацією інформаційного контенту, наприклад, відеоматеріалів, реклами, оголошень.

Сучасні системи електронної черги часто включають можливість попередньої реєстрації через Інтернет, що є зручним для клієнтів. WEB сервер у такій системі відіграє ключову роль, оскільки саме через нього відбувається віддалена реєстрація. Клієнти можуть вибрати послугу, яку вони хочуть отримати та забронювати час для візиту, що дозволяє їм планувати свій графік та уникати зайвого очікування.

Онлайн реєстрація є зручною для клієнтів, але існують певні недоліки, які можуть включати:

- обмеження доступності, так як не всі клієнти можуть мати доступ до Інтернету або володіти навичками користування веб-сервісами для онлайн реєстрації.

- технічні проблеми, система може зазнавати технічних збоїв, що призводить до помилок у реєстрації або втрати даних;
- безпека даних, потрібно забезпечити захист персональних даних клієнтів під час онлайн реєстрації;
- синхронізація з фізичною чергою, можуть виникнути складнощі з інтеграцією онлайн реєстрацій з актуальним станом черги в офлайн режимі.

Онлайн реєстрація зазвичай надає можливість клієнтам заздалегідь забронювати час у черзі. Однак це може створити ситуацію, де такі клієнти обслуговуються поза чергою, що збільшує час очікування для тих, хто чекає у залі. Зі зростанням кількості онлайн бронювань, час очікування для інших відвідувачів може значно збільшитися. Якщо більшість клієнтів вирішать використовувати онлайн реєстрацію, це може ускладнити доступ до послуг для тих, хто не має можливості зареєструватися онлайн. Щоб уникнути переваги для клієнтів, які використовують он-лайн реєстрацію, можливим рішенням є встановлення лімітів на таку реєстрацію. Наприклад, можна створити спеціальний графік, за яким буде доступне обслуговування лише тих, хто зареєструвався онлайн, або встановити максимальну кількість щоденних онлайн реєстрацій. Крім того, можна впровадити систему онлайн запису через комп'ютерні або мобільні додатки лише на поточний день, враховуючи реальний стан черги. Такий підхід забезпечить рівний доступ до послуг для всіх клієнтів і дозволить їм краще планувати свій час [6].

1.3 Вибір та обґрунтування аналогів

Одним з аналогів розглядуваної системи є система “Comrast” від компанії «ВЕРСІЯ» є електронною системою керування чергою, яка ідеально підходить для малих пунктів обслуговування [7].

Система складається з:

- блок керування — це центральний елемент системи, який координує роботу всіх компонентів;

- принтер для друку талонів — видає талони з номерами черги клієнтам;
 - монітор — відображає інформацію про стан черги та номери, які обслуговуються;
 - бездротові кнопки виклику клієнта — дозволяють операторам викликати наступного клієнта без необхідності використання провідних систем;
- Основною перевагою системи “Comrast” є простоті використання. Головний недолік — обмежений функціонал.



Рисунок 1.6 — Електронна система керування чергою Comrast

Ще одним з аналогів є система Human Queue Pro, яка є інтегрованою системою програмного та апаратного забезпечення, яка спрощує процеси розподілу та обслуговування клієнтів у державних та приватних установах. Система Human Queue Pro ефективно усуває накопичення відвідувачів та забезпечує структуроване обслуговування. Такі системи часто застосовуються

на касах, залізничних станціях, в корпоративних офісах та банках. Використання Human Queue Pro позитивно впливає на сервіс та атмосферу обслуговування.

Система електронної черги система Human Queue Pro відмінна від традиційних систем виклику клієнтів завдяки своїй здатності до гнучкого налаштування алгоритмів керування потоками відвідувачів. Вона дозволяє точно вести облік роботи операторів та аналізувати інтенсивність потоку клієнтів, що сприяє оптимальному розподілу робочого навантаження. Інформаційні табло, інтегровані в систему, можуть використовуватися не лише для інформування клієнтів, але і для демонстрації рекламних матеріалів. Додатково, система оснащена інструментами для управління налаштуваннями та виконавчими модулями [8].

Користувач, зареєструвавшись у системі черги за допомогою пульта реєстрації, отримує квиток із унікальним номером і чекає своєї черги в очікувальній зоні, стежачи за оновленнями на інформаційному табло. Оператор запрошує клієнтів за допомогою спеціального операторського пульта. Коли настає черга клієнта, на головному дисплеї та дисплеї оператора відображається номер черги та номер віконця для обслуговування. Після завершення обслуговування оператор викликає наступного клієнта. Клієнти можуть оцінити рівень сервісу за допомогою апаратного пульта системи оцінювання [8].

Сфери використання системи електронної черги Human Queue Pro включають:

- державні установи — для покращення ефективності обслуговування громадян;
- банківські операційні зали — для оптимізації роботи з клієнтами та зменшення часу очікування;
- медичні центри — для координації прийому пацієнтів та зменшення часу очікування;
- клієнтські центри операторів стільникового зв'язку — для управління потоками звернень та підвищення якості сервісу.

Перевагами системи електронної черги Human Queue Pro є гнучкість

налаштувань та можливості аналізу даних. Основний недолік — відсутність можливості онлайн реєстрації у черзі.



Рисунок 1.6 – Система керування електронною чергою Human Queue Pro

Найбільш близькою до розглядуваної системи є система керування чергою «Smart – Q System» компанії «Ingenios Smart», яка дозволяє вивести сервіс обслуговування клієнтів на новий рівень, усуваючи потребу в традиційних чергах та забезпечуючи ефективний контроль та аналіз продуктивності роботи персоналу [9].



Рисунок 1.7 — Система керування чергою Smart – Q System

Клієнти мають можливість обрати потрібну їм послугу зі складеного меню, яке має декілька рівнів. Для кожної послуги або завдання призначається рівень важливості на шкалі від 0 до 10, де 10 означає найвищий пріоритет.

Перелік основних компонентів та функцій системи керування чергою:

- термінал видачі талонів — це пристрій для реєстрації клієнтів у черзі;
- центральне інформаційне табло — дисплей для відображення статусу черги;
- табло оператора — індивідуальний дисплей для кожного оператора;
- пульт оператора — може бути як фізичним (кнопковим), так і програмним (віртуальним);
- сервер системи — комп'ютер, що керує системою та працює на операційній системі Windows 7;
- програмне забезпечення — забезпечує інтеграцію та управління усіма компонентами системи.

До основних компонентів можуть входити додаткові елементи:

- звукові колонки, потрібні для оголошення виклику клієнтів;
- підсилювач керуючого сигналу для кожної ПК – панелі;
- перетворювач інтерфейсу RS 232 – RS 485 використовується для забезпечення сумісності між різними пристроями;
- додатковий комплект кабелів;
- термопапір для диспенсора талонів;
- пульт системи оцінки якості обслуговування клієнтів;
- базове програмне забезпечення.

Додаткові функціональні можливості системи:

- моніторинг потоків клієнтів у реальному часі дозволяє оперативно реагувати на зміни в потребах обслуговування;
- переадресація клієнтів, забезпечує гнучкість у розподілі завдань між операторами;
- постановка в чергу — «жива черга», «початок черги», «кінець черги»;
- автореєстрація клієнтів, яка спрощує процес входу в систему;

- функція “відкладений клієнт” дозволяє клієнтам повернутися до того ж оператора після певного часу;
- ідентифікація VIP клієнтів надає можливість надавати пріоритетні послуги важливим клієнтам;
- кастомізація талонів — це можливість адаптувати дизайн талонів під бренд компанії;
- детальний маршрут до оператора — надає клієнтам чіткі інструкції, як дістатися до потрібного місця обслуговування;
- відтворення на РК-панелях рекламних відеороликів — використання часу очікування клієнтів для маркетингових цілей;
- експорт звітів в PDF, MS Excel без додаткового встановлення програм [9].

Основними перевагами система керування чергою «Smart – Q System» є широкий набір підтримуваних функцій та гнучкість налаштування. Основний недолік — відсутність підтримки онлайн сервісів.

2 АПАРАТНІ ТА ПРОГРАМНІ ЗАСОБИ СИСТЕМИ ЕЛЕКТРОННА ЧЕРГА

2.1 Функціональна організації системи електронної черги

Принцип роботи електронної черги простий: відвідувач отримує талон з номером на потрібну йому послугу та чекає на свою чергу. Як правило на талоні зазначається номер оператора, дата та час отримання талону, кількість людей у черзі попереду, орієнтовний час очікування. Очікування у черзі проходить комфортно, без суперечок про те, хто ж був першим або останнім, без тих, хто намагається пройти без черги. У результаті обслуговування відвідувачів стає повністю прозорим процесом, оскільки керівник у будь-який момент може отримати звіт про роботу черги в організації в цілому або за конкретним оператором, про їх продуктивність, час роботи і т.д.

Коли певний оператор завершує роботу з черговим клієнтом, він зі свого пульта повідомляє системі, що звільнився. Система спрямовує до цього оператора клієнта з найменшим номером талона. Система фіксує кількість відвідувачів у черзі, кількість відвідувачів, прийнятих кожним оператором, час, що витрачається на прийом кожного відвідувача, середній час очікування у черзі і т.п. Адміністратор може переглянути цю статистику за день, тиждень або місяць. Ця інформація використовується для удосконалення обслуговування клієнтів.

Таким чином система електронної черги відрізняється від системи «виклик клієнта» тим, що дозволяє гнучко налаштовувати алгоритм керування потоками клієнтів, вести облік та статистику роботи операторів та інтенсивності потоку, що надає можливість планувати навантаження на операторів.

Для забезпечення розглянутого принципу роботи система управління чергою включає засоби для реєстрації клієнтів, обладнання для інформування відвідувачів про статус черги, обладнання для операторів та серверне програмне забезпечення для координації всієї системи (рис. 2.1).

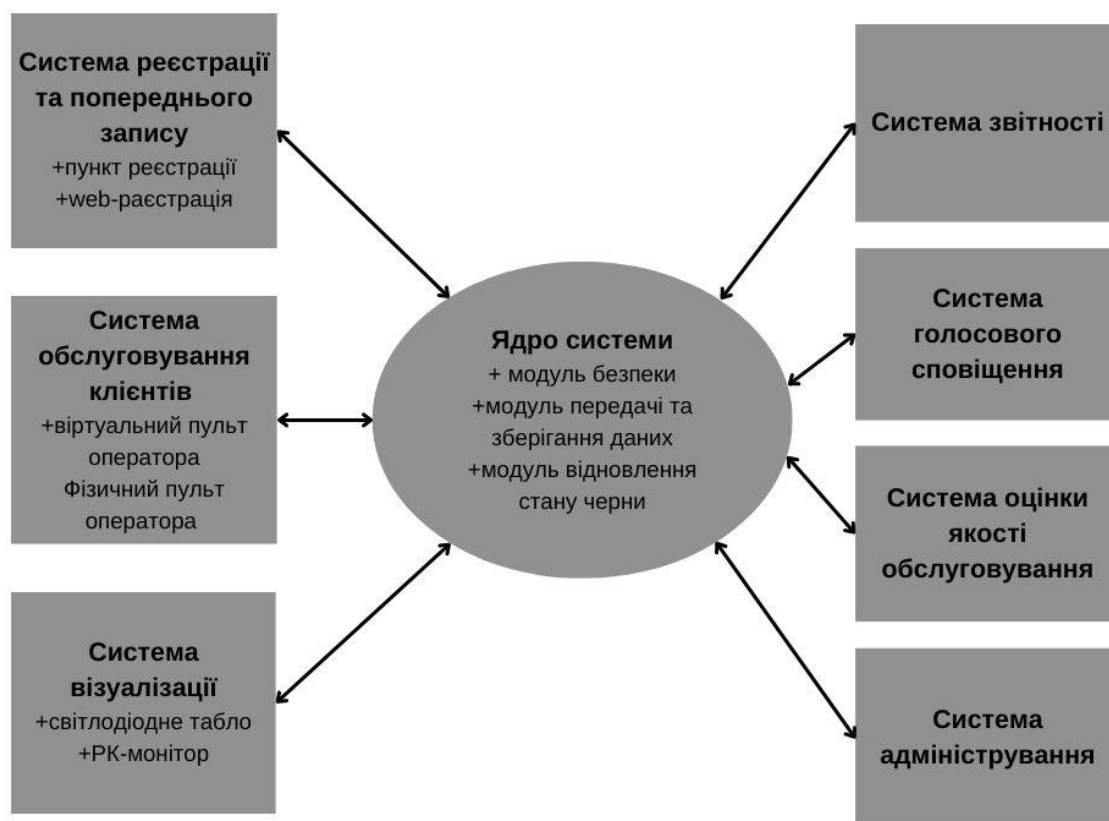


Рисунок 2.1 — Схема складу системи електронної черги

Завдяки цьому забезпечується проста концепція роботи з чергою, вимагає від співробітників установи наявності лише базових навичок роботи з ПК. Так, наприклад, виклик кожного наступного клієнта з черги здійснюється натисканням однієї кнопки, система бере на себе турботу про оповіщення викликаного відвідувача та інформування про те, до якого оператора необхідно звернутися.

З іншого боку, клієнту установи, щоб зайняти чергу, достатньо за допомогою відповідного технічного засобу з інтуїтивно зрозумілим інтерфейсом вибрати необхідну послугу. У результаті для відвідувача роздруковується талон з його номером у черзі. У потрібний момент система сповіщає клієнта про настання його черги за допомогою інформаційного повідомлення, в якому зазначається номер талона та номер оператора. Для

привертання уваги до інформаційного повідомлення генерується звуковий сигнал.

2.2 Апаратні засоби системи електронної черги

Ключовим елементом системи управління чергою є консоль або термінал реєстрації. Цей засіб дозволяє клієнтам вибирати необхідні послуги та отримати номер у черзі. Основними складовими консолі реєстрації є пульт вибору послуг та принтер талонів. Основні функції консолі реєстрації:

- відображення переліку послуг для вибору відвідувачем;
- надання відвідувачу додаткової інформації про послуги, що надаються;
- друк талона для вибраної послуги.

Консоль реєстрації може реалізовувати на базі простого пульта з механічними кнопками або сенсорного екрана. В останньому варіанті консоль може реалізовуватися у підлоговому або настінному виконанні.

Сенсорний екран може використовуватися Консолі реєстрації з сенсорним екраном пропонують додаткові опції, такі як вбудовані довідкові системи чи оцінювання сервісу. Вони забезпечують високий рівень адаптивності, дозволяючи відображати різноманітну графіку, включаючи елементи фірмового стилю організації. Мультимедійний контент, такий як відеоролики, також може бути інтегрований для залучення уваги клієнтів. Гнучкість налаштувань інтерфейсу дозволяє легко змінювати дизайн та компоновання елементів на екрані, щоб відповідати актуальним потребам. Консоль реєстрації може використовуватися як сервер системи, спрощуючи її технічну складову.

Для відображення загального ходу черги використовується головний інформаційний екран або головне табло, на якому інформація подається у режимі реального часу. Головний інформаційний екран розташовується у зоні очікування. Він є важливим елементом системи управління чергою, що дозволяє клієнтам відстежувати свою чергу. Кількість інформаційних екранів, використовуваних у системі, залежить від площі зони очікування. При виклику

чергового відвідувача на головному інформаційному екрані відображається номер талона цього відвідувача, а також номер оператора, до якого йому потрібно підійти.

Головний інформаційний екран системи електронної черги зазвичай виконується багаторядковим. Він може будуватися на основі телевізійної рідкокристалічної панелі. У цьому випадку на ньому може відображатися рекламна інформація, фільми, а запрошення до обслуговування переривають демонстрацію відео.

Ще одним варіантом головного інформаційного екрана є світлодіодне багаторядкове табло. Це альтернативний тип інформаційного табло, який використовує світлодіоди для відображення номера черги та місця обслуговування. Як правило у кожному рядку відображаються п'ять цифр: три для відображення номера талона та два для відображення номера оператора, до якого повинен підійти відвідувач. Відповідно світлодіодне табло може будуватися на матричних або семисегментних світлодіодних індикаторах.

Головний інформаційний екран, як правило, відображає список нещодавно викликаних клієнтів, дотримуючись принципу “перший прийшов – перший пішов”. Це означає, що клієнти обслуговуються по порядку їх реєстрації у системі. Такий підхід забезпечує справедливе та організоване обслуговування.

Крім головного інформаційного екрана в системі використовуються табло операторів. Табло оператора — це локальне інформаційне табло, що розташовується безпосередньо біля робочого місця оператора. Таке табло призначається для відображення номера талона відвідувача в момент його виклику до цього оператора.

Табло оператора може бути виконано на основі світлодіодних індикаторів або на основі рідкокристалічного монітора. Світлодіодне табло відображає інформацію у форматі «номер талоні відвідувача — номера оператора». Таке табло також може будуватися з використанням матричних або семисегментних індикаторів. Для здешевлення номер оператора може виконуватися у вигляді аплікації. Табло оператора на основі рідкокристалічного монітора дозволяє

відображати будь-яку текстову та графічну інформацію, а також мультимедіа контент.

Головний інформаційний екран та табло операторів синхронізовані з системою звукових або голосових сповіщень. Коли настала черга клієнта, система озвучує його номер у черзі та номер оператора, до якого слід звернутися для отримання послуг. Замість голосового повідомлення може використовуватися простий звуковий сигнал.

Виклик відвідувачів у електронній черзі здійснюється через пульт оператора. Пульт оператора може бути як фізичним, так і програмним, забезпечуючи гнучкість у виборі методу взаємодії з системою.

Фізичний пульт оператора, який розміщується на робочому місці оператора, надає можливість виконувати ряд дій для управління чергою клієнтів. Це включає стандартний виклик клієнта, виклик за номером талона, можливість відкласти виклик, повторити його, а також змінити перелік послуг для конкретного відвідувача. Використання фізичного пульта є оптимальним у випадках, коли необхідно дотримуватися строгого набору програмного забезпечення, яке можна встановити на комп'ютер оператора.

Програмний пульт оператора, відомий також як віртуальний пульт, пропонує розширений набір функцій порівняно з фізичним пультом. Це програмне забезпечення, сумісне з операційною системою Windows, інсталується на комп'ютері оператора та забезпечує з'єднання з сервером через мережевий інтерфейс, що дозволяє більш гнучке управління чергами.

Для отримання зворотного зв'язку система електронної черги може доповнюватися системою оцінки якості, що розширює її можливості. Система оцінки якості є програмно-апаратним комплексом, що дозволяє клієнтам оцінювати якість обслуговування за певною шкалою. Цей компонент можна імплементувати через фізичні пристрої, такі як апаратні пульти для оцінки, або інтегрувати в існуючу систему віртуального пульта оператора.

Апаратний пульт містить кілька кнопок, які дозволяють вибрати рівень задоволеності послугами, зазвичай вони позначені смайликами або числами від

1 до 5. Крім того, існує можливість викликати електронну книгу відгуків для залишення коментарів або скарг.

2.3 Програмні засоби системи електронної черги

Робота системи електронної черги підтримується відповідним програмним забезпеченням, що включає програмний сервер, застосунки адміністратора та операторів, програмне забезпечення інформаційних табло. Функціональність програмного забезпечення дає можливість адаптувати роботу черги під особливості роботи конкретної установи: задавати кількість операторів, налаштовувати роботу інформаційних табло, редагувати інтерфейс консолі реєстрації, редагувати талони та багато іншого.

Основною службовою програмою є сервер системи, що забезпечує обслуговування запитів від усіх програм системи, обслуговування зв'язку, забезпечення загальної логіки роботи системи. Для зберігання налаштувань та статистики використовується база даних SQL.

Програмне забезпечення для конфігурації є інструментом управління, який допоможе налаштувати систему таким чином, щоб вона не лише задавала стандарти обслуговування відвідувачів, а й допомагала контролювати виконання цих правил. Воно також може автоматизувати розподіл клієнтів в залежності від їх потребностей.

Однією з важливих складових програмного забезпечення системи електронної черги є система адміністрування. Вона забезпечує можливість розподіляти потоки відвідувачів між операторами та контролювати роботу усієї системи.

Будь-яку кількість локальних систем управління чергою можна об'єднати в централізоване рішення, в якому можливі управління оновленням ПЗ систем, управління налаштуваннями систем (як окремо взятих, так і групами або всіма одночасно), збирання статистики та формування звітів, а також глобальний моніторинг роботи всієї мережі філій організації.

До складу програмного забезпечення може входити модуль онлайн реєстрації у черзі. Модуль надає можливість клієнтам реєструватися онлайн на обрану послугу на певний день і час, що забезпечує зручність та ефективність обслуговування. Також може бути наявне спеціальне програмне забезпечення, яке дозволяє дозволяє обмінюватись даними з іншими системами.

3. РОЗРОБКА СИСТЕМИ ЕЛЕКТРОННОЇ ЧЕРГИ

3.1 Вибір архітектури системи

Після розглядання типової функціональної організації системи електронної черги вибираємо архітектуру системи, яка наведена у додатку Б. Центральним (головним) компонентом системи є сервер. Він керує функціонуванням та моніторингом статусу черг. Обробляє комунікації та команди від операторів, має доступ до Інтернету та зберігає всю базу даних системи. Для побудови сервера можна використати звичайний комп'ютер з базовими наступними характеристиками:

- центральний процесор з частотою від 2 ГГц;
- відеокарта, для виводу інформації на табло;
- оперативна пам'ять об'ємом від 2 Гб;
- жорсткий диск об'ємом від 100 Гб;
- операційна система Windows 7.

Реєстрація клієнтів у черзі виконується через спеціалізовану стійку, яка включає в себе сенсорний монітор та термопринтер. Для сенсорного монітора можна використовувати стандартний інтерактивний дисплей, такий як TM-Series Multi-touch Interactive Display, що дозволяє клієнтам легко взаємодіяти з системою та отримувати квитки черги. Монітор серії TM має діагональ 20 дюймів, оснащений 10-точковою сенсорною технологією, що забезпечує високу точність та плавне реагування сенсора. Має роздільну здатність Full HD (1920x1080 пікселів) і сумісний з операційною системою Windows. Монітор має можливість регулювання висоти та кута нахилу від 5 до 90 градусів, а також оснащений портами VGA, HDMI, DisplayPort і має вбудований USB-роз'єм для зручного підключення периферійних пристроїв [10].

Програма для керування електронною чергою, яка запущена на сервері, надає операторам інструменти для ефективної роботи з клієнтами. З її допомогою оператори мають змогу:

- викликати наступного в черзі клієнта;

- повторно викликати (якщо клієнт не підійшов);
- відтермінувати обслуговування клієнта, якщо потрібно, то перенаправити на інше вікно.

Ці функції надають операторам гнучкість у веденні черги та забезпечують зручність для клієнтів.

В системі використовується клієнт– серверна архітектура, яка включає два основні компоненти:

- клієнт — комп'ютер оператора, який ініціює запити до сервера для отримання інформації;
- сервер — це більш потужний комп'ютер або спеціалізоване обладнання, яке виконує сервісні функції за запитом клієнта, забезпечує доступ до ресурсів, а також відповідає за зберігання інформації та баз даних

Основна ідея клієнт-серверної системи полягає у взаємодії між клієнтом та сервером. Клієнт ініціює запит, який сервер обробляє, а потім повертає результат клієнту. На сервері виконуються такі завдання, як: зберігання даних, доступ та захист даних; обробка клієнтських запитів; відправлення відповіді клієнту. З боку клієнта — надання користувацького інтерфейсу; відправлення запиту; отримання результатів.

Клієнт-серверна архітектура встановлює основи для передачі даних між комп'ютерами, тоді як мережевий протокол визначає конкретні правила та процедури для цієї взаємодії. Мережевий протокол — це набір правил, завдяки яким відбувається взаємодія між комп'ютерами в мережі [11].

Сервери поділяються на категорії в залежності від виду послуг, які вони надають.. Наприклад, відповідає за розміщення та обслуговування веб-сторінок, а файловий сервер керує доступом до файлів та їх зберіганням. Також існують такі клієнт-серверні архітектури: дворівнева, де клієнтські запити обробляються безпосередньо сервером. і трирівнева, яка включає проміжний рівень, такий як програмний сервер додатків, для додаткової обробки запитів.

Обмін даними між комп'ютерами операторів та сервером часто відбувається через мережу Ethernet. Це найбільш популярний стандарт для кабельних мереж, який функціонує на фізичному та каналному рівнях мережевої моделі OSI і входить до сімейства протоколів IEEE 802.3 (стандарт групи IEEE 802, відносяться до функціонування комп'ютерних мереж)

Ethernet мають різні швидкості: стандартний Ethernet — 10 Мбіт/с, Fast Ethernet — 100 Мбіт/с, Gigabit Ethernet — 1 Гбіт/с, і 10 Gigabit Ethernet — 10 Гбіт/с. Для підключення зазвичай використовують мідний кабель витвої пари. Коаксіальний кабель, який раніше був поширений, зараз використовується рідко і лише в умовах, де є сильні електромагнітні перешкоди. Сучасні Ethernet мережі можуть досягати швидкостей від 5 до 10 Гбіт/с [12].

Кабельні мережі мають такі переваги: вони забезпечують високий рівень безпеки та надійності, обмежують доступ для неавторизованих користувачів, пропонують вищу швидкість передачі даних порівняно з бездротовими з'єднаннями та менш схильні до радіоперешкод. Однак, вони також мають недоліки: відсутність мобільності, складніше налаштування через необхідність використання більшої кількості компонентів та потребу в сервері для підключення багатьох пристроїв.

Управління чергою виконується за допомогою електронних табло, які поділяються на центральні та індивідуальні табло для кожного оператора. Центральні інформаційні табло синхронізують інформацію від усіх операторів системи, показуючи номери талонів у черзі та номери вікон, де клієнти будуть обслуговуватися. Ці табло розташовані в місцях очікування таким чином, щоб їх було легко побачити. Коли на табло з'являється індивідуальний номер клієнта, він має підійти до вказаного вікна для отримання послуги, маючи при собі талон. Кількість даних на центральних табло залежать від кількості операторів та потоку відвідувачів.

Табло операторів відображають інформацію, яка допомагає клієнтам ідентифікувати потрібного оператора та вікно для обслуговування.

Центральні інформаційні табло можуть бути виконані на основі рідкокристалічних або світлодіодних технологій, з використанням, наприклад, рідкокристалічних телевізорів з діагоналлю від 32 до 55 дюймів. Табло операторів, зазвичай, створюються з використанням світлодіодних індикаторів, які забезпечують чітке відображення інформації.

Інформація, яка відображається на інформаційних табло, формується програмою управління чергою, що запущена на сервері. Завдяки тому, що більшість сучасних телевізорів є смарт-телевізорами з підтримкою Ethernet або WiFi, центральне інформаційне табло, створене на базі рідкокристалічного телевізора, може отримувати дані через мережу, яка також з'єднує сервер і робочі місця операторів. Таке підключення спрощує інтеграцію та синхронізацію всієї системи управління чергою.

Підключення світлодіодних табло до сервера можливе за допомогою різноманітних технологій. Простим варіантом побудови системи є підключення усіх табло до однієї і тієї ж самої мережі Ethernet, яка об'єднує операторів та сервер. Однак, цей метод ефективний лише для систем невеликого масштабу. Використання великої кількості табло може перевантажити мережеве обладнання, що може призвести до збоїв у мережі та затримок у передачі даних. Оптимальним рішенням є використання окремих мереж для операторів і табло, що може бути реалізовано через дротові або бездротові з'єднання.

Для реалізації дротового зв'язку між різним обладнанням наразі разом з Ethernet широко використовується інтерфейс RS-485, відомий також як EIA-485. Він має дві версії: двопровідну, яка є напівдуплексним багатоточковим послідовним каналом зв'язку, де передача даних відбувається чергово, та чотирипровідну, що дозволяє одночасну двосторонню комунікацію. Ці стандарти забезпечують надійний зв'язок систем з високою стійкістю до електромагнітних перешкод і можливістю підключення численних пристроїв [13].

За допомогою інтерфейсу RS-485 можна підключити декілька передавачів та приймачів до однієї лінії, але активним може бути тільки один передавач за

раз. Сигнали в RS-485 є диференціальними, це означає, що дані передаються через дві лінії, позначені як А та В. Для підключення до комп'ютера часто використовуються адаптери для Com-порту або USB, що дозволяє інтегрувати RS-485 з сучасними комп'ютерними системами.

Стандарт RS-485 дозволяє передавати дані зі швидкістю до 10Мбіт/с. Максимальна відстань передачі даних залежить від швидкості: при швидкості 10 Мбіт/с максимальна довжина лінії має становити 120 м, а при швидкості в 100 кбіт/с — 1200 м [14].

Серед широко використовуваних сьогодні технологій бездротових мереж є технології Wi-Fi та ZigBee.

Wi-Fi є загальноприйнятою назвою для стандарту IEEE 802.11, який описує передачу цифрових даних через радіоканали. Цей стандарт належить до фізичного рівня моделі OSI (перший рівень мережевої моделі OSI, який визначає спосіб передачі даних у двійковому вигляді між пристроями). Наразі широко використовується протокол IEEE 802.11n, який дозволяє досягати швидкостей передачі даних, що перевищують 100 Мбіт/с.

Wi-Fi точки доступу забезпечують з'єднання для користувачів в межах своєї зони дії. Щодо бездротових стандартів, 802.11a, він працює на 5 ГГц і пропонує швидкість до 54 Мбіт/с. Стандарт 802.11g використовує 2.4 ГГц для тієї ж швидкості передачі даних. Стандарт 802.11n може досягати швидкості до 600 Мбіт/с, але зазвичай надає від 150 до 200 Мбіт/с. Наразі, 802.11n є найпопулярнішим варіантом. [15].

Переваги Wi-Fi модуля:

- гнучкість мережевого доступу є ключовою перевагою, оскільки вона дозволяє підключатися до мережі в місцях, де проведення кабелів є неможливим або неефективним;

- універсальність підключення дозволяє з'єднувати різноманітні пристрої з Wi-Fi модулем, такі як смартфони, без необхідності використання кабелів;

— легкість у встановленні з'єднання полягає в тому, що для підключення пристрою потрібно лише активувати WiFi та ввести пароль, якщо він існує.

Недоліки WiFi модуля:

— чутливість до зовнішніх умов може негативно впливати на якість зв'язку, особливо WiFi може бути нестабільним у присутності електромагнітних полів;

— взаємні перешкоди між численними WiFi точками можуть знижувати якість мережевого з'єднання;

— обмежена швидкість передачі даних у порівнянні з дротовими з'єднаннями, такими як Ethernet;

— вразливість до несанкціонованого доступу може становити ризик для безпеки мережі.

Технологія ZigBee є альтернативою для створення бездротових мереж та орієнтована на взаємодію пристроїв від різних виробників. Завдяки вбудованому програмному забезпеченню, пристрої з модулем ZigBee можуть автоматично виявляти одне одного та створювати мережеві з'єднання. Основою для ZigBee служить стандарт IEEE 802.15.4–2006, який використовується у бездротових пристроях, таких як навушники, що підключаються до телефону через радіохвилі. Працює ZigBee лише на частоті 2.4 ГГц, забезпечуючи безпечну передачу даних на відстані від 10 до 75 метрів із максимальною швидкістю до 250 Кбіт/с. [16].

Технологія ZigBee широко застосовується у створенні систем “Розумний будинок”, де вона використовує три основні типи пристроїв:

— координатор — головний пристрій, який створює мережу та управляє її роботою;

— роутер — пристрої, що постійно підключені до електромережі, такі як вимикачі та розетки, які допомагають розширювати мережу;

— кінцеві пристрої — це пристрої, які зазвичай живляться від батарей, наприклад, датчики та інші гаджети, що виконують специфічні функції в системі.

На підставі проведеного аналізу приходимо до висновку, що хоча ZigBee може створити надійну бездротову мережу, що забезпечує високонадійний зв'язок між пристроями, але вона вимагає значної кількості роутерів для повноцінної роботи. Таким чином, для ефективності та економії, використання WiFi та RS-485 для мережі інформаційних табло є більш оптимальним рішенням.

Вибрана архітектура системи електронної черги інтегрує як стандартне офісне устаткування, таке як стійку реєстрації на основі сенсорного монітора та комп'ютера, що виконує роль сервера системи, та комп'ютери операторів, так і спеціалізоване обладнання таке як інформаційні табло. Кількість інформаційних табло може бути кілька десятків, що суттєво впливає на загальну вартість системи. Отже, наступний етап розробки полягає у створенні центральних інформаційних табло та табло для операторів, які є одними з ключових елементів системи електронної черги.

3.2 Розробка структурної схеми інформаційного табло

Центральні інформаційні табло та табло операторів системи електронної черги мають різні параметри відображення, ключовими серед яких є розмір символів та їх кількість на екрані. Найбільш ефективним рішенням буде створення табло з універсальним дизайном. Цього можна досягти, використовуючи модульний підхід у конструкції, де основні компоненти як центрального, так і операторського табло складаються з однакових замінних модулів. Враховуючи, що обидва типи табло працюють за однаковими принципами, відповідальна за це частина табло повинна бути ідентичною для обох. Таким чином, пропонується поділити табло на модуль управління та індикаторні модулі.

Модуль управління забезпечить функціонування табло, включаючи обмін

даними через зовнішні інтерфейси, декодування даних для демонстрації, а також створення інформаційних і керуючих сигналів для індикаторних модулів. Індикаторні модулі будуть створювати інформаційні рядки для табло, перетворюючи інформаційні та керуючі сигнали від модуля управління в зображення для відображення. За такої схеми різниця між центральним табло та табло оператора полягатиме лише в індикаторних модулях, припускаючи, що інтерфейс між модулем управління та різними індикаторними модулями залишиться незмінним.

На інформаційних табло системи електронної черги відображаються номери операторів та талонів. Зазвичай, у середніх установах кількість операторів, які обслуговують клієнтів, перевищує десять, тому для номера оператора необхідно виділити два знакомісця. Для номера талона у більшості випадків потрібно три знакомісця. Отже, загальна інформаційна ємність рядка табло містить п'ять знакомісць. Для зручності розрізнення номерів талонів та операторів, їх відділяють просторово, наприклад, за допомогою пробілу або іншого розділового знаку. В результаті інформаційне табло оператора або рядок центрального табло системи електронної черги матиме вигляд, зображений на рис. 3.1.

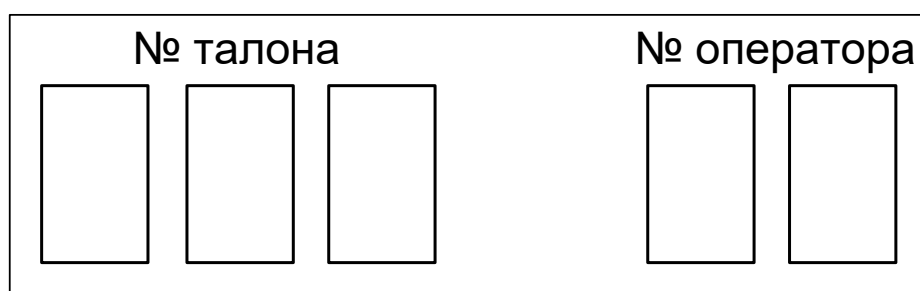


Рисунок 3.1 — Формат табло для системи електронної черги

Так як на табло відображається тільки цифрова інформація, то будувати індикаторний модуль слід на семисегментних світлодіодних індикаторах. Переваги таких індикаторів полягають у їх економічності порівняно з матричними індикаторами та у забезпеченні вищої однорідності при відображенні цифр. Це дозволяє досягти чіткості та легкості читання інформації.

Сучасний ринок пропонує широкий вибір семисегментних світлодіодних індикаторів, які варіюються за кольором світіння з висотою символів від 10 до 140 мм.

Для управління кожним з семи сегментів на одному індикаторі потрібно 7 ліній керування. Але, якщо ми маємо 5 індикаторів для відображення інформації (як у нашому випадку з п'ятьма знакомісцями), то для незалежного управління всіма сегментами потрібно мати 35 ліній ($7 \times 5 = 35$). Це може бути непрактично з точки зору кабельного управління та компонування плати. Тому краще використовувати динамічний режим, який характеризується тим, що зображення формується частинами. Різні елементи зображення відображаються у різні моменти кадру. Завдяки інерційності людського зору, це створює ілюзію неперервного зображення, хоча насправді кожен сегмент світиться лише частину часу.

Згідно з цим, структурна схема модуля керування табло, представлена у додатку В та включає наступні основні компоненти: мікроконтролер, який є мозком системи, а також модулі RS-485 та Wi-Fi для забезпечення комунікації. Це дозволяє табло працювати ефективно та бути сумісним з різними зовнішніми системами та пристроями.

Мікроконтролер відіграє ключову роль у модулі керування інформаційного табло, виконуючи функції мозку системи. Він координує діяльність інших компонентів, генерує інформаційні та керуючі сигнали для створення зображення на табло. Оперативна пам'ять мікроконтролера використовується для зберігання даних, які відображаються, що є важливим для підтримки режиму регенерації зображення, особливо важливого під час динамічного відображення інформації.

Як було зазначено вище, розгортка зображення на семисегментних індикаторах відбувається шляхом послідовного відображення кожної цифри. При відображенні цифрової інформації за допомогою семисегментних індикаторів частиною зображення є одна цифра. Вибір частоти розгортки в 100Гц є оптимальним для забезпечення гладкого та стабільного відображення

без видимого мерехтіння для людського ока. За такої частоти період розгортки має складати 10 мс та оскільки кількість символів для відображення дорівнює 5, то час, протягом якого відображається одна цифра, дорівнює $10/5 = 2$ мс. Це значить, що кожна цифра проектується достатньо швидко, щоб створити стійке візуальне враження, але досить повільно, щоб забезпечити чіткість кожної цифри.

Мікроконтролер відповідає за створення зображення на табло, керуючи драйверами сегментів та драйверами знакомиць. Інформаційні сигнали, які мікроконтролер надсилає драйверам сегментів, визначають, яка цифра буде показана далі. Мікроконтролер також використовує драйвери знакомиць для визначення місця на табло, де буде відображена цифра. Перехід до наступного знакомиця для відображення відбувається кожні 2 мілісекунди.

Дані для демонстрації на табло поступають до мікроконтролера через інтерфейс RS-485 або бездротовим WiFi з'єднанням. Модуль RS-485 відповідає за підключення до витої пари каналу RS-485 та виконує основні функції на фізичному рівні, такі як приймання та відправлення диференційних сигналів, а також їх пряме та зворотне перетворення у послідовність двійкових бітів.

Модуль WiFi за допомогою бездротового з'єднання забезпечує обмін даними між таблом та сервером, забезпечуючи реалізацію функцій на фізичному та каналному рівнях. Він дозволяє передавати повідомлення в мережі, використовуючи протокол TCP/IP, який підтримується вбудованим програмним забезпеченням мікроконтролера, забезпечуючи надійний зв'язок та синхронізацію даних

З огляду на конструкцію центрального табло, поточна конфігурація дозволяє показувати тільки один рядок інформації. Щоб центральне табло ефективно служило як єдиний функціональний елемент у мережі сервера, воно має мати одне з'єднання для всієї системи, яке працює через RS-485 або WiFi, замість окремих з'єднань для кожного рядка. Таким чином, дані з мережі повинні спочатку надходити до модуля керування одного, нижнього або верхнього рядка, а вже звідти розподілятися до модулів інших рядків.

Найефективніше це можна зробити, використовуючи послідовний синхронний інтерфейс для передачі даних між модулями управління в багаторядковому центральному табло.

Цей інтерфейс складається з трьох основних ліній: DataOut, DataIn та CLK. Лінія DataOut відповідає за передачу даних у модуль керування наступного рядка. Лінія DataIn призначена для отримання даних від модуля попереднього рядка. Лінія CLK дозволяє передавати синхроімпульси між усіма рядками. У конструкції центрального багаторядкового табло, модулі керування з'єднуються таким чином, що лінія CLK є спільною для всіх, а лінія DataOut модуля попереднього рядка з'єднується з лінією DataIn наступного модуля.

Керування передачею даних між модулями рядків виконує модуль, який безпосередньо отримує дані від сервера, будь то нижній чи верхній рядок. Цей модуль генерує синхроімпульси на лінії CLK, а дані з його пам'яті побітово передаються послідовно через лінію DataOut. Водночас, кожен мікроконтролер інших рядків синхронізує свої дії з цими імпульсами, виводячи біт зі своєї пам'яті на лінію DataOut і записує на його місце біт даних з лінії DataIn. У результаті, коли нові дані надходять на центральне табло, вони записуються у визначений рядок, а інформація, що вже відображається, переміщується між рядками.

3.3 Вибір елементної бази модуля керування інформаційного табло

Мікроконтролер є центральним елементом системи керування табло, але модуль WiFi також має значний рівень складності, який впливає на вимоги, які будуть висуватися до мікроконтролера. Інші компоненти системи мають простішу функціональну структуру. Тому, вибір компонентів починається з визначення параметрів модуля WiFi.

Використання готових модулів WiFi є практичним рішенням для реалізації бездротового зв'язку. Модулі на базі чіпа ESP8266, що випускаються китайською компанією Espressif Systems здобули популярність серед розробників завдяки своїй вартості та функціональності. Ці модулі доступні у

різних версіях, від ESP-01 до ESP-12, кожна з яких має свої особливості, такі як кількість портів введення-виведення та розмір флеш-пам'яті. Незважаючи на це, всі вони працюють на одному і тому ж процесорі [17].

Модуль ESP-xx являє собою SMD-пристрій, в якому ключовим компонентом є чіп ESP8266EX. Цей чіп поєднує 32-бітний мікроконтролер Tensilica L106 та радіомодуль на одному кристалі. Стандартна тактова частотою процесора становить 80 МГц, але в режимі максимальної активності частота може збільшуватись до 160 МГц. Відповідно до специфікації приблизно 20% часу процесора використовується для підтримки Wi-Fi, тоді як решта (близько 80% MIPS) доступна для користувацьких додатків. Крім мікросхеми ESP8266EX модуль також включає 2 Мбайт SPI Flash пам'яті та інтегровану PCB антену з чутливістю 2 дБц. Всі компоненти модуля захищені металевією кришкою для екранування [18].

Модулі ESP-xx використовують операційну систему реального часу RTOS, яка забезпечує стабільність та швидкість реакції необхідні для WiFi комунікацій. Вони підтримують різні режими роботи з WiFi, включаючи режим точки доступу (SoftAP), режим клієнта, а також комбінований режим, де пристрій може одночасно функціонувати як точка доступу та клієнт.



Рисунок 3.2 — Зовнішній вигляд Wi-Fi модуля ESP-07

Серед модифікацій модуля ESP вибираємо ESP-07 (рис. 3.2), оскільки ця модель має не тільки вбудовану керамічну антену, але й можливість

підключення зовнішньої антени. Це значно розширює діапазон дії та покращує якість зв'язку з WiFi точкою доступу, що є важливим для стабільної роботи системи електронної черги. Технічні характеристики модуля ESP-07 наведені у таблиці 3.1 [18, 19].

Таблиця 3.1 — Основні характеристики Wi-Fi модуля ESP-07

Найменування параметра	Значення
Wi-Fi- протоколи	802.11 b/g/n
Частотний діапазон	від 2.4 ГГц до 2.5 ГГц
Процесорне ядро	Tensilica L106, 32 розрядне
Напруга живлення	від 2.5 В до 3.6 В
Середній струм споживання	80 мА
Режими WiFi	Station / SoftAP / SoftAP + Station
Безпека	WPA/WPA2
Шифрування	WEP/TKIP/AES
Мережеві протоколи	IPv4, TCP/UDP/HTTP/FTP
Підтримка	WiFi Direct (P2P), P2P Discovery, P2P GO (Group Owner) mode, GC (Group Client) mode, P2P Power Management.
Вбудовані апаратні прискорювачі	CCMP (CBC- MAC, режим лічильника), TKIP (MIC, RC4), WAPI (SMS4), WEP (RC4), CRC

Використання модуля WiFi ESP-07, який самостійно обробляє WiFi 802.11 протоколи, дозволяє звільнити значну частину ресурсів мікроконтролера. Таким чином, для управління табло можна обрати стандартний 8-бітний мікроконтролер, оскільки він не буде перевантажений завданнями з підтримки бездротового зв'язку.

8-бітні RISC мікроконтролери дійсно відомі своєю високою продуктивністю при низькій вартості, а більшість їх команд виконуються за

один такт. Вибір мікроконтролера з сімейства AVR RISC є розумним рішенням, оскільки вони забезпечують оптимальне співвідношення швидкодії до енергоспоживання, мають широкий спектр інструментів для розробки та програмування, а також пропонують різноманітність кристалів для різних застосувань. Це робить їх ідеальним вибором для різних проєктів, включаючи ті, що пов'язані з Wi-Fi модулями, як ESP-07.

Мікроконтролери сімейства AVR оснащені програмованою Flash-пам'яттю, яку можна завантажувати через стандартний програматор або SPI-інтерфейс. ROM цих мікроконтролерів підтримує не менше 1000 циклів перезапису. Більшість мікроконтролерів AVR також мають EEPROM для зберігання даних, які не часто змінюються, таких як проміжні дані, константи та калібрувальні коефіцієнти, з об'ємом від 64 до 4096 байт. В архітектурі МК регістр-акумулятор замінений регістровим файлом, у якому кожний з 32 регістрів з'єднаний з арифметико-логічним пристроєм і може працювати в ролі акумулятора [20].

Мікроконтролери AVR оснащені від 5 до 32 незалежними лініями I/O, які служать портами для введення та виведення даних. Ці порти можна налаштувати як на введення, так і на виведення. Мікроконтролери AVR підтримують досить широкий спектр робочих напруг, від 2.7 до 6 вольт. Споживаний струм у активному режимі змінюється в залежності від величини напруги живлення та частоти роботи мікроконтролера. Наприклад, при напрузі живлення в 500 кГц, струм споживання становить не менше 1 мА; при 5 МГц — від 5 до 6 мА; і при 12 МГц — від 8 до 9 мА. [20].

Сучасні мікроконтролерні модулі стають все більш популярними серед розробників, оскільки вони представляють собою комплексні рішення. Ці модулі інтегрують на одній друкованій платі як сам мікроконтролер, так і додаткові компоненти, необхідні для його роботи, включаючи забезпечення доступу до ресурсів мікроконтролера через USB-з'єднання. Всі I/O лінії мікроконтролера безпосередньо підключені до контактних площадок на платі модуля, що спрощує процес інтеграції модуля з іншими пристроями для

виконання заданих функцій.

Для побудови контролера табло використаємо модуль Arduino Nano, що базується на мікроконтролері ATmega328 (рис. 3.3). Цей модуль є компактним, та при цьому забезпечує весь функціонал, необхідний для швидкого розроблення та втілення в життя різноманітних електронних проектів. Він має велику кількість входів/виходів для керування дисплеями та іншими компонентами, а також підтримує різні комунікаційні протоколи, що робить його ідеальним для інтеграції в складні системи.

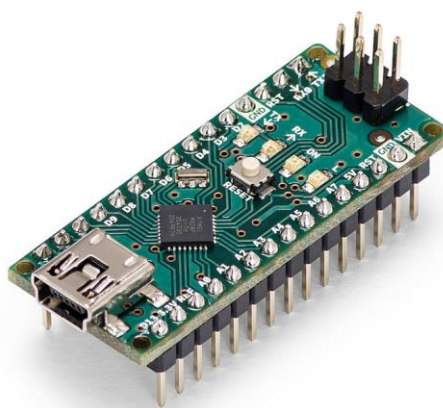


Рисунок 3.3 — Зовнішній вигляд Arduino Nano на базі мікроконтролера ATmega328

Компактні габарити плати Arduino Nano роблять її ідеальною для розробки мініатюрних пристроїв. Як проект з відкритим кодом, Open Hardware, всі специфікації та схеми Arduino Nano доступні для загального огляду та можуть бути завантажені безкоштовно. Плата оснащена мініатюрним USB портом для підключення до комп'ютера. Живлення плати можливе кількома способами: через USB-порт з напругою 5В або через контакт Vin на платі, який приймає напругу від 7В до 12В.

Основою плати є 8-ми бітний RISC мікроконтролер ATmega328, який включає 32 Кбайт Flash пам'яті для збереження програмного коду, з яких 2 кілобайти зайняті завантажувачем. Додатково, мікроконтролер має 1 Кбайт EEPROM, пам'ять яка використовується для тривалого зберігання даних, і для

цього в Arduino IDE існує спеціальна бібліотека, для зручної роботи з енергозалежною пам'яттю. Також наявна оперативна пам'ять (SRAM– пам'ять) розміром в 2 Кбайт, вона використовується для тимчасового зберігання значень змінних під час виконання програмного коду та повністю очищається при вимкненні Arduino Nano від джерела живлення [21].

Основні характеристики плати Arduino Nano представлені в табл. 3.2

Таблиця 3.2 — Основні характеристики Arduino Nano на базі мікроконтролера ATmega328

Найменування параметра	Значення
Мікроконтролер	ATmega328
Архітектура	AVR
Робоча напруга живлення	5 В
Флеш– пам'ять	32 КБ, з яких 2 КБ використовується завантажувачем
SRAM	2 КБ
Тактова частота	16 МГц
Аналогові входи	8
EEPROM	1 КБ
Постійний струм на контакти вводу/виводу	40 мА (контакти введення– виводу)
Вхідна напруга живлення	від +7В до +12В
Цифрові контакти вводу/виводу	22 (6 з яких ШІМ)
ШІМ виходи	6 8– розрядних ШІМ– виходів
Споживання енергії	19 мА

Для забезпечення комунікації між модулем Arduino Nano та сервером через мережу RS485 використаємо перетворювач RS485-UART (TTL) на основі мікросхеми MAX485 (рис. 3.4). Цей перетворювач розроблений на базі енергоефективної мікросхеми MAX485, забезпечує конвертацію сигналів TTL у формат, сумісний зі стандартом RS485, і навпаки. Він дозволяє підключати пристрої на базі Arduino до мережі RS485, яка підтримує з'єднання на відстань до 1.2 км і може обслуговувати до 32 пристроїв. На платі перетворювача також розміщено чотири роз'єми для TTL, що робить його зручним для створення компактних систем з використанням Arduino Nano.



Рисунок 3.4 — Модуль TTL-RS485 для Arduino

Основні технічні характеристики модуля TTL-RS485 представлені в табл. 3.3

Таблиця 3.3 — TTL-RS485

Найменування параметра	Значення
Напруга живлення	+5 В
Струм споживання в активному режимі	10 мА
Струм споживання в режимі очікування	5 мА
Швидкість передачі даних	до 5 Мбіт/с

Драйвери сегментів та знакомиць будемо будувати на транзисторних ключах. Семисегментні індикатори, керування яким здійснюється модулем

контролера табло, можуть бути побудовані за схемою із загальним анодом, або за схемою із загальним катодом (рис. 3.5). Найпростішим для застосування є індикатори, в яких використовується схема із загальним анодом.

Для побудови драйверів сегментів та знакомиць використовуються транзисторні ключі, які є ефективними для управління семисегментними індикаторами. Ці індикатори можуть бути реалізовані як з загальним анодом, так і з загальним катодом (рис. 3.5). Індикатори з загальним анодом є більш зручними для використання, оскільки вони дозволяють легко активувати окремі сегменти шляхом заземлення відповідних виводів через транзисторні ключі, що спрощує процес управління світлодіодами.

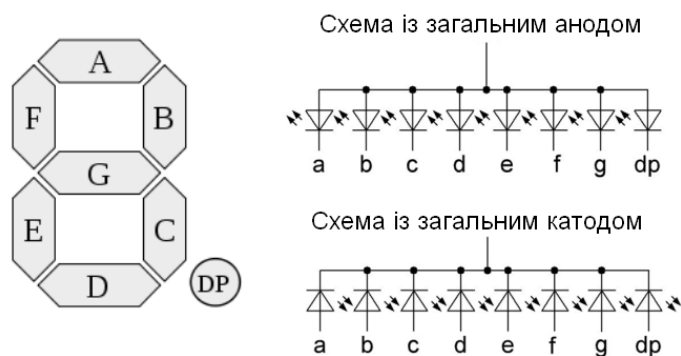


Рисунок 3.5 – Зовнішній вигляд та еквівалентні електричні схеми світлодіодного семисегментного індикатора

Для управління семисегментними індикаторами з загальним анодом, драйвери сегментів будуються за допомогою біполярних транзисторів $n-p-n$ типу. Ці транзистори дозволяють пропускати струм через сегменти індикатора, коли на базу подається відповідний сигнал. Для управління знакомицями використовуються транзистори $p-n-p$ типу, які активуються при подачі низького рівня сигналу на базу.

При виборі транзисторів важливо враховувати максимальні значення струму та напруги, які вони можуть комутувати, щоб вони відповідали характеристикам світлодіодних індикаторів. Зазвичай для сегментів індикатора потрібен струм до 40 мА, а робоча напруга становить 12 В.

Для полегшення процесу побудови драйверів сегментів можна

використати інтегральну матрицю ULN2803, яка містить вісім вбудованих транзисторів Дарлінгтона n–p–n типу. Ці транзистори з'єднані за схемою з загальним емітером і можуть керуватися сигналами TTL рівня. Використання ULN2803 дозволяє легко підключити індикатори до мікроконтролера і забезпечити необхідне комутування струмів. Основні параметри елемента ULN2803 наведені у табл. 3.4.

Таблиця 3.4 — Основні характеристики елемента ULN2803

Найменування параметра	Значення
Максимальний струм колектора	500 мА
Максимальна напруга колектор– емітер	50 В
Напруга колектор– емітер насичення	1 В
Вхідна напруга	Сумісна з TTL схемами

Для побудови драйверів знакомісць для семисегментних індикаторів використовуються транзистори, які можуть витримати напругу не менше 12 В. Також максимально допустиме значення струму повинно бути не менше, ніж $7 \cdot 40 = 280$ мА. Транзистор BC807 типу p–n–p відповідає цим вимогам, оскільки він може забезпечити необхідну напругу та струм для роботи знакомісць індикатора. Основні параметри якого наведені в табл. 3.5.

Таблиця 3.5 — Основні характеристики транзистора BC807

Найменування параметра	Значення
Максимальний струм колектора	500 мА
Максимальна напруга колектор– емітер	45 В
Максимальна напруга база– емітер	5 В
Коефіцієнт передачі струму бази в схемі із загальним емітером	від 100 до 250

Використовуючи вибрану елементну базу була розроблена функціональна схема вторинного годинника, яка представлена у додатку В, на мікроконтролері DD3 та виконує важливі функції відліку та відображення часу. Для того, щоб показання часу у всіх вторинних годинниках були однаковими, час періодично синхронізується майстер – годинником. Для передачі даних використовується надійний дротовий інтерфейс RS–485, який підходить для довгих дистанцій та багатоточкових систем, або ж через радіоканал, що дозволяє гнучке розміщення годинників без необхідності прокладання кабелів. Така система синхронізації є ефективним рішенням для точного відображення часу в розподілених годинникових системах.

3.4 Розробка функціональної схеми модуля керування табло

З використанням вибраної елементної бази була розроблена функціональна схема модуля керування табло, яка представлена у додатку Г. Головним елементом схеми є модуль Arduino Nano DD3 на базі мікроконтролера ATmega328. Основними завданнями модуля є відображення цифрової інформації про номер талона та номер оператора, які надходять із сервера. Відображувані дані отримуються через мережу RS485 або бездротове підключення WiFi.

Обмін даними через провідний інтерфейс RS– 485 реалізується за допомогою елемента DD1, що забезпечує підтримку фізичного рівня інтерфейсу RS– 485. Напряму передачі даних визначається логічним рівнем сигналу на вході RE елемента DD1, керування яким здійснюється через контакт 32 модуля Arduino Nano, що з'єднується з лінію введення/виведення PD2 мікроконтролера. Фізичне підключення до ліній А та В диференційного провідного каналу зв'язку RS– 485 здійснюється через однойменні контакти роз'єму X1.

Обмін даними через бездротовий радіоканал мережі WiFi забезпечується за допомогою елемента DD2. Внутрішнє програмне забезпечення елемента DD2 забезпечує виконання усіх функцій з організації мережі WiFi та обміну даними модулем керування табло та сервером системи.

Приклад коду для підключення Arduino Nano до WiFi–мережі та обміну

даними з сервером наведений в лістингу 3.1:

Лістинг 3.1 — Підключення Arduino Nano до WiFi мережі

```
#include <WiFi.h> // Підключення бібліотеки для роботи з WiFi
const char* ssid = "SUO_Wi-Fi"; // Назва WiFi-мережі
const char* password = "pass123321word"; // Пароль WiFi-мережі

void setup() {
  Serial.begin(115200); // Ініціалізація серійного порту
  WiFi.begin(ssid, password); // Підключення до WiFi-мережі

  while (WiFi.status() != WL_CONNECTED) { // Очікування підключення
    delay(500);
    Serial.print(".");
  }

  Serial.println("");
  Serial.println("WiFi connected");
  Serial.println("IP address: ");
  Serial.println(WiFi.localIP()); // Виведення IP-адреси модуля
}

void loop() {
  // Код для обміну даними з сервером...
}
```

Обмін даними між модулями DD 1 та DD2 і модулем Arduino Nano DD3 відбувається через послідовний асинхронний інтерфейс, який використовує лінії RxD (Receive Data) та TxD (Transmit Data). Ці лінії підключені до відповідних ліній вхідних та вихідних послідовних даних універсального асинхронного приймача/передавача (UART) мікроконтролера. UART забезпечує перетворення даних з послідовного формату в паралельний для обробки мікроконтролером, і

навпаки, для передачі даних у послідовному форматі.

Приклад коду для налаштування та використання UART на Arduino Nano для обміну даними наведений в лістингу 3.2.

Лістинг 3.2 — Приклад налаштування та використання UART на Arduino Nano

```
void setup() {
  Serial.begin(9600); // Ініціалізація серійного порту з швидкістю 9600 бод
}

void loop() {
  if (Serial.available()) { // Перевірка чи є доступні дані для читання
    String data = Serial.readString(); // Читання даних
    // Обробка отриманих даних...
  }

  // Припустимо, що ми хочемо відправити дані
  String dataToSend = "Hello, World!";
  Serial.println(dataToSend); // Відправлення даних
}
```

Розроблена схема модуля розрахована на керування 5 семисегментними індикаторами. Відповідно до схеми на рис.2.2 три з них призначаються для відображення номеру талона, два — для відображення номера оператора. Для керування сегментами індикаторів задіяні контакти 23 ÷ 28 модуля Arduino Nano DD3, які фізично з'єднані з лініями введення/виведення PC0 ÷ PC6 мікроконтролера. Вмикання сегментів відбувається за сигналом логічної одиниці на зазначених лініях, які з'єднані з входами елемента DA2. Елемент DA2 містить 8 транзисторних ключів на транзисторах Дарлінгтона n–p–n типу із загальним емітером, що утворюють драйвери сегментів. Однойменні сегменти усіх індикаторів підключаються паралельно до виходів драйвера через роз'єм

Х4. Резистори R14 ÷ R25 обмежують струм сегментів.

Драйвер знакомиць побудований на n–p–n транзисторах VT1 ÷ VT5 та p–n–p транзисторах VT6 ÷ VT10. Керування транзисторами здійснюється через контакти 12 ÷ 16 модуля DD3, сигнали на яких формуються за допомогою ліній введення/виведення PB0 ÷ PB4 мікроконтролера. Активізація (вибір) кожного із знакомиць відбувається за сигналом логічної одиниці, що забезпечує вмикання підключеного до неї транзистора VT1 ÷ VT5, внаслідок чого створюється різниця потенціалів між базою та емітером підключеного до його колектора транзистора VT6 ÷ VT10. У результаті створюються умови для протікання струму через потрібний індикатор по колу: +12 В – емітер– колектор транзистора VT6 ÷ VT10 – сегмент індикатора – резистор R19 ÷ R26 – колектор– емітер транзистора елемента DA2 – загальна шина. За рахунок періодичного циклічного зсуву логічної одиниці між лініями PB0 ÷ PB4 забезпечується розгортка зображення. Підключення анодів індикаторів до виходів драйвера знакомиць відбувається через контакти роз'єму Х6. буючення Резистори R4 ÷ R8 та R6 ÷ R10 обмежують базові струми транзисторів VT1 ÷ VT5 та VT6 ÷ VT10, відповідно.

Для відображення цифри на будь якому з індикаторів на виводах PC0 ÷ PC6 мікроконтролера формується відповідний цифровий код. При цьому логічна одиниця вмикає транзисторний ключ елемента DA2, створюючи умови для протікання струму через сегмент індикатора. Те, сегменти якого індикатора увімкнуться у певний момент часу, тобто в якому знакомищі буде відображатися цифра, визначається станом транзисторів VT6 ÷ VT10. Ці транзистори забезпечують підключення анодів світлодіодів вибраного індикатора до напруги +12 В.

Для використання розробленого модуля для відображення інформацію у рядку центрального багаторядкового інформаційного табло використовуються роз'єми Х2 та Х5. Через роз'єм Х2 здійснюється підключення модуля керування табло, на якому реалізований попередній рядок. Через лінію DataIn цього роз'єму надходять дані для відображення. Дані передаються у послідовному

синхронному режимі. Їх введення в мікроконтролер здійснюється за синхроімпульсами на лінії CLK. Через роз'єм X5 здійснюється підключення до модуля керування табло, на якому реалізований наступний рядок. Лінія DataOut цього роз'єму використовується для передачі даних для відображення до наступного рядка. Таким чином, при реалізації багаторядкового табло роз'єм X5 модуля наступного рядка з'єднується з роз'ємом X3 модуля попереднього рядка.

Для живлення модуля використовується напруга +12 В, яка через роз'єм X3 подається на вхід VIN модуля Arduino Nano DD3. За допомогою вбудованого в модуль стабілізатора напруги, отримується напруга +5 В, яка потрібна для живлення як компонентів самого модуля DD3, так і елементів DD1 та DD2..

3.5 Проектування бази даних

База даних є складовою серверного програмного забезпечення системи електронної черги. На першому етапі розробки бази даних розглянемо її модель.

Модель бази даних — це логічне визначення структури та характеристик даних. Ця модель слугує для впорядкування, зберігання та маніпулювання інформацією. Вона окреслює спосіб розташування даних, їх взаємозв'язки та методи виконання різноманітних операцій з даними.

Модель бази даних пропонує абстрактне уявлення про дані, представляючи їх через таблиці, елементи, зв'язки та атрибути. Вона встановлює структуру таблиць, типи даних, правила цілісності, взаємозв'язки між таблицями та інші критерії, що регулюють способи зберігання та обробки даних.

Основна мета інфологічного моделювання полягає у створенні зручних для людського сприйняття методів збирання та представлення інформації, яка буде зберігатися у розроблюваній базі даних. Інфологічну модель намагаються формувати таким чином, щоб вона нагадувала природну мову, хоча використання останньої у необробленому вигляді ускладнено через труднощі обробки тексту комп'ютерами та багатозначність природних мов. Елементи, з яких складаються інфологічні моделі, включають сутності, взаємозв'язки між ними та атрибути, які описують їх властивості.

Ключовими елементами моделей баз даних є об'єкти, взаємозв'язки між ними та характеристики (атрибути). Об'єкт — це будь-яка одиниця, яку можна ідентифікувати (виділити серед інших) та про яку потрібно зберігати інформацію у базі даних. Логічна структура бази даних описує склад, формат та розмір даних, а також взаємозв'язки між цими даними.

В реляційних базах даних, сутності відображаються через таблиці, де кожен запис у таблиці представляє окремий приклад сутності, а атрибути сутності представлені стовпцями. Для забезпечення унікальності кожного запису використовується первинний ключ, який служить унікальним ідентифікатором для кожного рядка.

Також для візуалізації структури схеми, показуючи класи, атрибути, методи та зв'язки між ними, використовуються наступні діаграми класів:

1) клас “Користувач” (User);

— атрибути — UserID, Name, Email;

— методи — Register(), Login(), RequestService().

2) клас “Сервіс” (Service);

— атрибути — ServiceID, Name, Description;

— методи — AddService(), UpdateServiceInfo().

3) клас “Черга” (Queue);

— атрибути — QueueID, CurrentNumber, Status;

— методи — Enqueue(), Dequeue(), GetCurrentNumber().

4) клас “Співробітник” (Employee);

— атрибути — EmployeeID, Name, Position;

— методи — AssignToService(), ScheduleAppointment().

5) клас “Запис на Прийом” (Appointment);

— атрибути — AppointmentID, UserID, ServiceID, EmployeeID, DateTime;

— методи — Schedule(), Cancel(), Reschedule().

6) клас “Відгук” (Feedback);

— атрибути — FeedbackID, QueueEntryID, Rating, Comment.

— методи — `LeaveFeedback()`, `GetFeedback()`.

7) клас “Сповідення” (`Notification`);

— атрибути — `NotificationID`, `UserID`, `Message`, `DateTimeSent`;

— методи — `SendNotification()`, `ScheduleNotification()`.

Ці класи взаємодіють так, щоб сформувати ефективну систему керування чергами. Наприклад, через клас “Користувач” (`User`) людина може зареєструватися та запросити послугу, потім він взаємодіє з класом “Сервіс” (`Service`) для визначення доступних послуг і з класом “Черга” (`Queue`) для приєднання до черги.

Також існують деякі інші класи, які мають свої специфічні можливості:

— клас “адміністратор” може створювати чи видаляти деякі послуги, а також керувати доступом до користувачів, та налаштовувати систему;

— клас “моніторинг” приймає або відхиляє запити клієнтів на послуги та керує пріоритетами в черзі;

— клас “звіти” виконує функції обробки та аналізу даних про обслуговування клієнтів, створює звіти про навантаження співробітників та може надавати аналітичну інформацію.

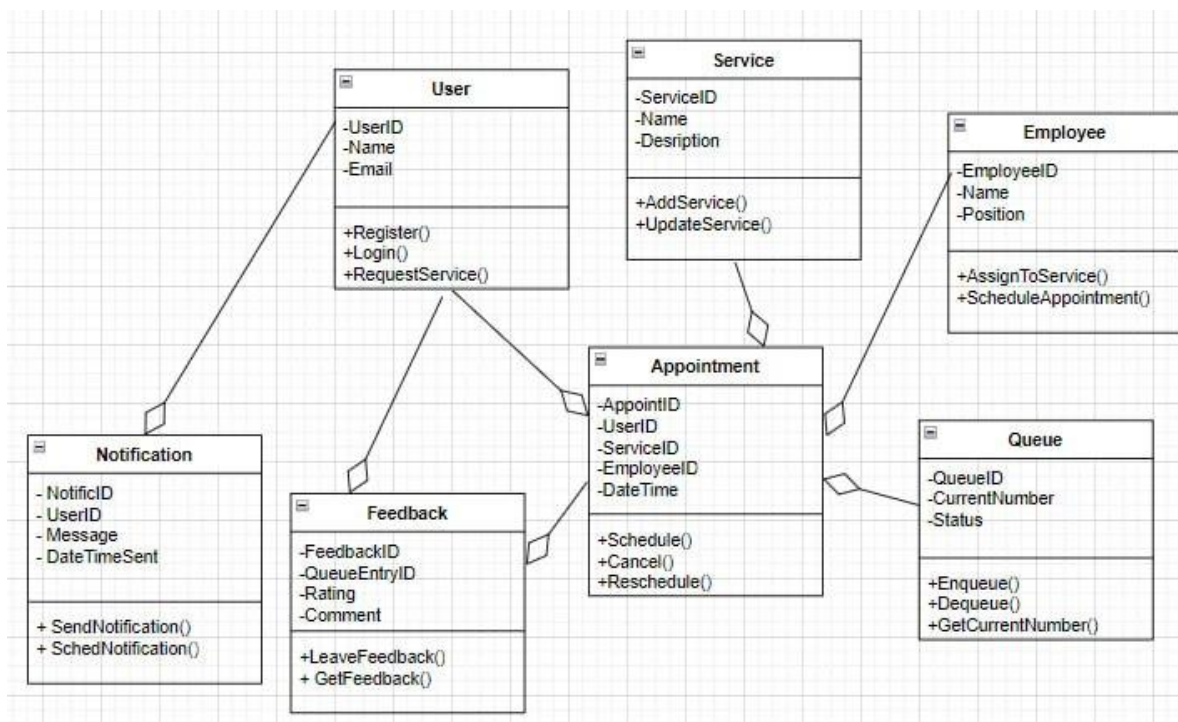


Рисунок 3.6 — Діаграма класів

Таблиці є зручним способом візуалізації відносин, де кожен рядок представляє кортеж, а кожен стовпець – окремий компонент. Стовпці, які мають назви, відомі як атрибути. Набір назв атрибутів утворює схему відношення. Всю сукупність схем відносин, що представляють інформацію, називають схемою бази даних, тоді як актуальні дані цих відносин становлять саму базу даних.

Процес побудови інфологічної моделі складається з наступних кроків та зображений в додатку Г.

Таблиця Користувачі (Users) ;

— user_id — унікальний ідентифікатор користувача, використовується для зв'язування записів у інших таблицях;

— name — ім'я користувача, використовується для ідентифікації користувача;

— email — електронна пошта користувача, використовується для автентифікації та зв'язку з користувачем:

— password — хешований пароль користувача, використовується для автентифікації.

Таблиця Operators (Оператори);

— operator_id (PK) — унікальний ідентифікатор оператора., використовується для зв'язування записів у інших таблицях.

— name — ім'я оператора, використовується для ідентифікації оператора.

— email — електронна пошта оператора, використовується для зв'язку з оператором.

Таблиця QueueEntries (Черга);

— entry_id (PK) — унікальний ідентифікатор запису в черзі, використовується для зв'язування записів у інших таблицях;

— user_id (FK) – ідентифікатор користувача, який створив запис, зв'язок з таблицею Users;

— operator_id (FK) — ідентифікатор оператора, до якого записався користувач, зв'язок з таблицею Operators;

— `date` — дата запису, використовується для визначення дня обслуговування;

— `time` м час запису, використовується для визначення часу обслуговування.

Таблиця `Requests` (Запити):

— `request_id` (PK) — унікальний ідентифікатор запиту, використовується для зв'язування записів у інших таблицях;

— `queue_entry_id` (FK) — ідентифікатор запису в черзі, який обробляється, зв'язок з таблицею `QueueEntries`;

— `operator_id` (FK) — ідентифікатор оператора, який обробляє запит, зв'язок з таблицею `Operators`;

— `start_time` — час початку обслуговування. Використовується для відстеження часу початку обслуговування;

— `end_time` — час закінчення обслуговування. Використовується для відстеження часу закінчення обслуговування.

Також для розширення функціоналу системи електронної черги можна додати декілька інших таблиць, а саме:

— `employees` (співробітники), вона включає в себе `EmployeeID` (ідентифікатор співробітника), `Name` (його ім'я), `Position` (посада) та `Email` (електронна адреса);

— таблиця `Appointments` (запис на прийом) має: `AppointmentID` (ідентифікатор запису на прийом), `ServiceID` (ідентифікатор послуги), `EmployeeID` (ідентифікатор співробітника), `Date Time` (дата та час прийому);

— `feedback` (відгуки): `FeedbackID` (ідентифікатор відгуку), `QueueEntryID` (ідентифікатор запису в черзі), `Rating` (оцінка), `Comment` (коментар).

Пояснення зв'язків між таблицями;

1) `Users` (1) <-> (*) `QueueEntries` — один користувач може мати кілька записів в черзі. Це означає, що кожен користувач може створити кілька записів

до різних операторів або на різні дати та часи.

— Operators (1) <-> (*) QueueEntries — один оператор може мати кілька записів в черзі. Це означає, що кожен оператор може обслуговувати кілька користувачів у різні часи.

2) QueueEntries (1) <-> (1) Requests — один запис в черзі відповідає одному запиту. Це означає, що кожен запис в черзі може бути оброблений як один запит на обслуговування.

3) Operators (1) <-> (*) Requests — один оператор може обробляти кілька запитів. Це означає, що оператор може обробляти запити від різних користувачів у різні часи.

3.6 Розробка інтерфейсу веб-додатку

Для надання більшої зручності в отриманні доступу до послуг у даній системі передбачаємо можливість онлайн запису до черги. Онлайн запис підтримується в багатьох системах електронної черги. Проте, як було зазначено у підрозділі 1.2 реєстрація онлайн на обрану послугу на певний день і час створює ситуацію, при якій клієнти, що зареєструвалися онлайн, отримують переваги над тими, хто знаходиться в залі очкування і фактично обслуговуються поза чергою. Зі зростанням кількості онлайн бронювань, час очікування для інших відвідувачів може значно збільшитися.

Для покращення функціональності системи електронної черги пропонується обмежити кількість попередніх записів на наступні дні та забезпечити онлайн запис до черги на поточний день з врахуванням стану черги. Це дозволить уникнути переваги для клієнтів, які використовують онлайн реєстрацію.

Відповідно створення веб-додатку для системи електронної черги є важливим кроком. Цей додаток дозволить клієнтам переглядати чергу в реальному часі та замовляти місце в черзі на певний час, не виходячи з дому.

Головна сторінка (рис. 3.7) додатку повинна надавати клієнтам всю необхідну інформацію про послуги. Вона складається з чотирьох основних блоків, які ми можемо розглянути детальніше нижче.

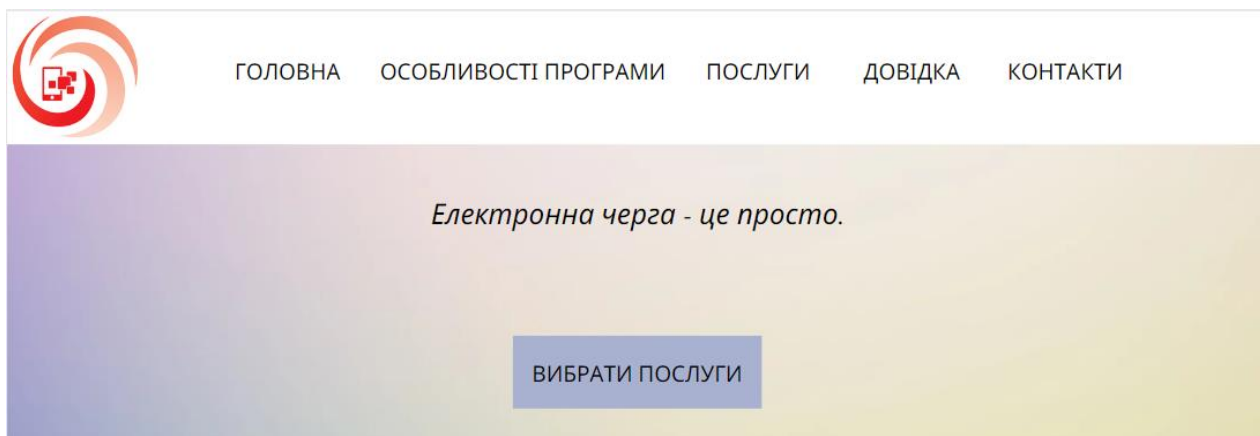


Рисунок 3.7 — Головна сторінка додатку

«Головна» — перша сторінка, яку бачить користувач при вході на сайт. Тут може бути загальна інформація про систему електронної черги, основні її переваги та як вона працює. «Особливості програми» — сторінка, в якій описано особливості та функціонал веб-додатку. «Послуги» — тут надається інформація про варіації послуг, які можна замовити через додаток, включно з описом кожної послуги. «Довідка» — розділ для допомоги користувачам у вирішенні проблем або відповідей на часто задавані питання, а також містить інструкції користування додатком та контактну інформацію для підтримки. «Контакти» — ця сторінка містить всю контактну інформацію для зв'язку з компанією або підтримкою: номер телефону, електронна пошта, адреса тощо.

Розділ “Довідка” веб-додатку є сторінкою для користувачів, де вони можуть отримати відповіді на потрібні їм запитання та допомогу у вирішенні проблем. Також цей розділ включає наступні пункти;

- часто задавані питання (FAQ), тобто список питань та відповідей до найбільш поширених запитань користувачів;
- інструкції користування;

— відеоуроки — включення відеороликів, які показують як користуватись додатком;

— форма зворотнього зв'язку — це можливість користувачам залишити свої питання та коментарі;

Також в розділі “Довідка” міститься інформація, як зареєструватись у черзі он–лайн

— зайти на сайт потрібної установи;

— вибрати розділ «Запис в електронну чергу»;

— далі в розділі «вибір локації та послуг» вибрати населений пункт, конкретний сервіс та вибрати послугу;

— далі потрібно вибрати дату та час, на яку бажає клієнт. Але потрібна година чи навіть день можуть бути зайняті, тоді відповідна комірка буде не доступна, приклад показано на рисунку 3.8;

— після чого отримати талон, який буде автоматично відправлено на електронну пошту. І ще є можливість завантажити його на телефон в форматі PDF.

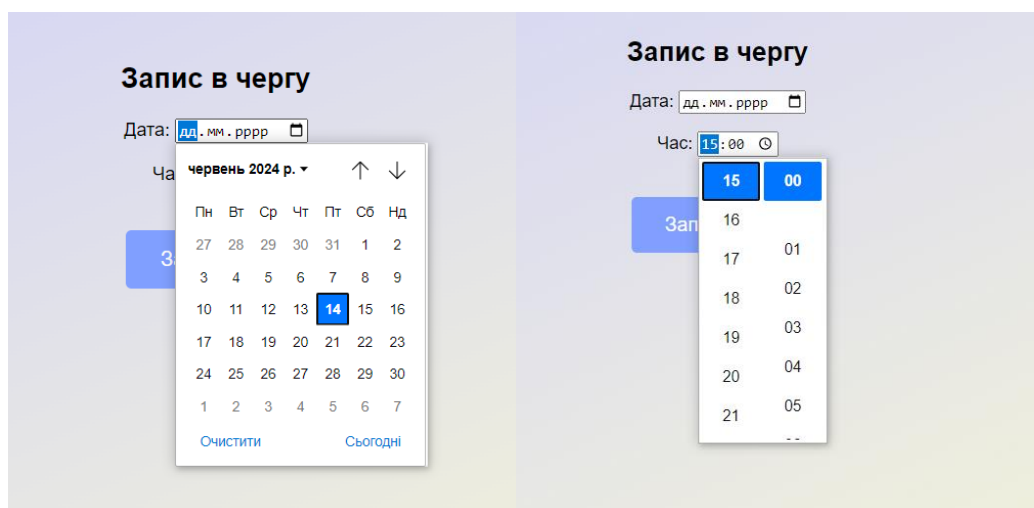
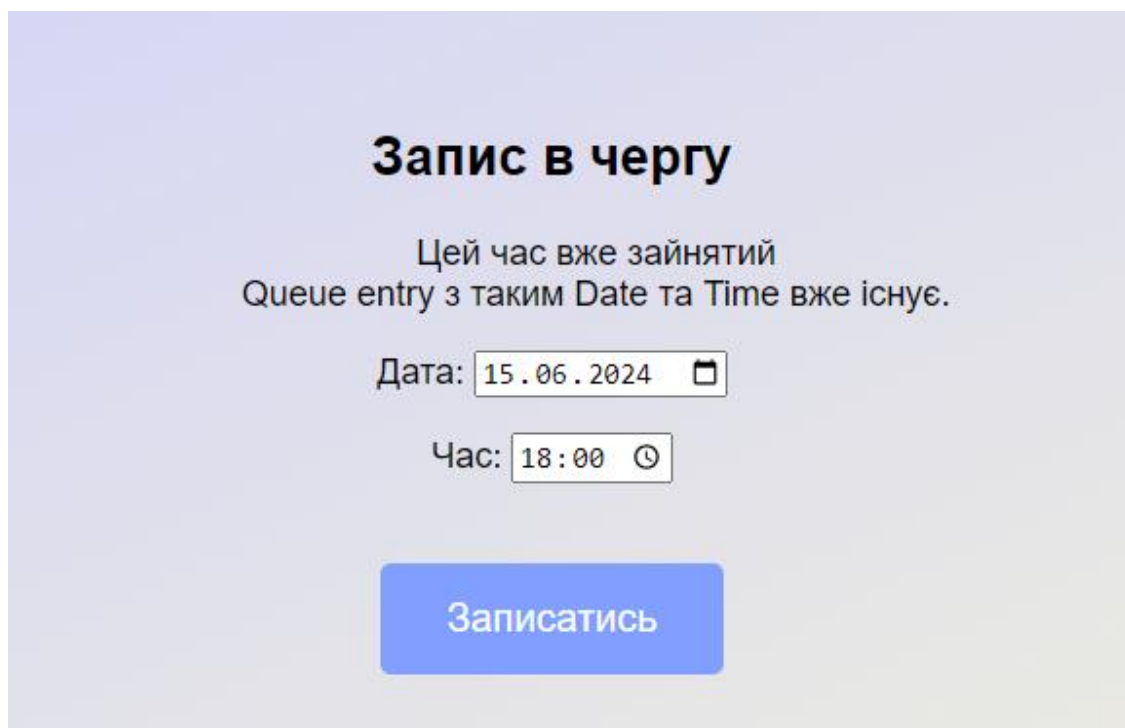


Рисунок 3.8 — Меню вибору дати і часу

Якщо вибраний клієнтом час уже зайнятий то йому покаже, що час уже зайнятий і записатись буде не можливо (рис. 3.9)



Запис в чергу

Цей час вже зайнятий
Queue entry з таким Date та Time вже існує.

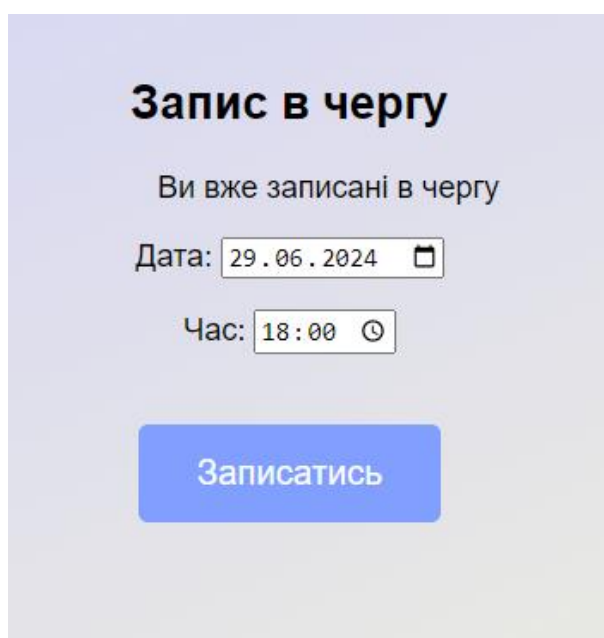
Дата:

Час:

Записатись

Рисунок 3.9 — Інформування про те, що вибрана дата й час уже зайняті

При успішній реєстрації буде показано, що ви зареєструвались у черзі (рис. 3.10), а також можна подивитись поточний стан черги (рис. 3.11).



Запис в чергу

Ви вже записані в чергу

Дата:

Час:

Записатись

Рисунок 3.10 — Успішна реєстрація в черзі

Черга	
Ваш номер в черзі: 2	
Користувач	Дата та час
rewrt	15.06.2024 18:00
oleg	22.06.2024 12:00
koste	24.06.2024 14:00

Рисунок 3.11 — Поточний стан черги

Розділ “Контакти” веб–додатку надає користувачам необхідну інформацію для зв’язку з компанією або службою підтримки. А також перейти за гіперпосиланням на Google Maps, щоб полегшити собі пошук відповідної установи за адресою (рис 3.12).



Рисунок 3.12 — Контактні дані

Також адміністратор веб–додатку має певний спектр функцій та інформації, як от: налаштування інтерфейсу, відображення бази даних сайту (рис.3.13) інтеграція з іншими системами (CRM, ERP та іншими), що дозволяє створити єдину інформаційну систему, яка оптимізована для взаємодії клієнта та

компанією, моніторинг таблиці черги та її поточного стану черги (рис. 3.14), керування параметрами черги (наприклад, ліміти на час обслуговування чи кількість активних віконць), створення чи редагування послуг, керування персоналом, аналіз даних та звітності, резервне копіювання та відновлення даних в разі збою системи, а також налаштування сповіщень повідомлень.

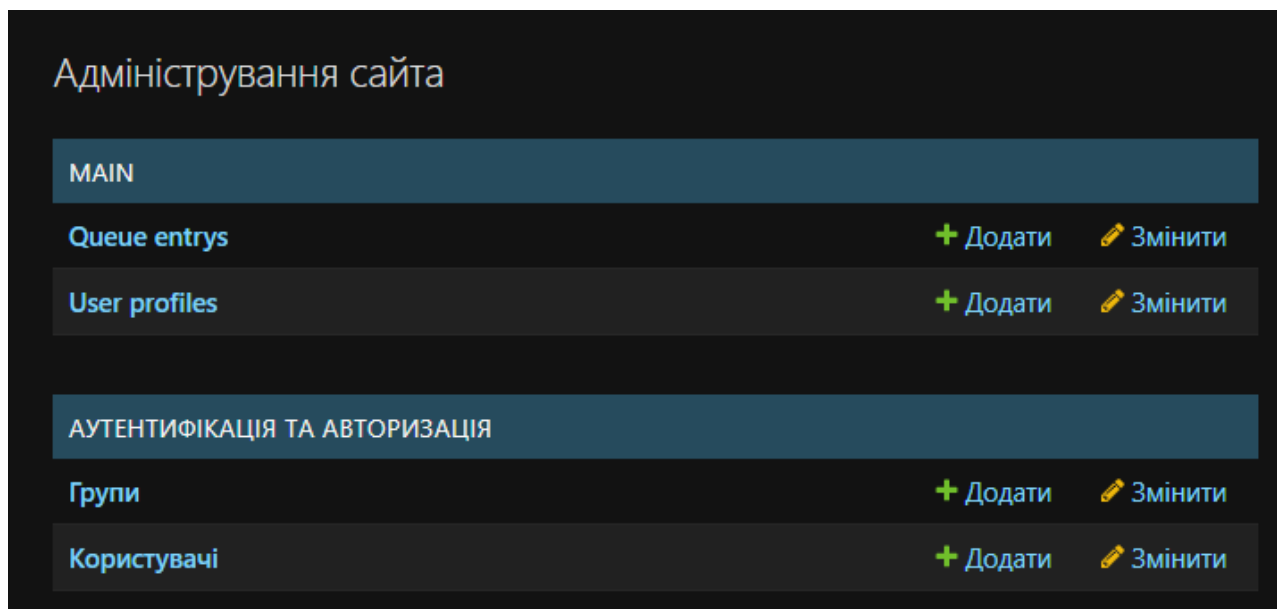


Рисунок 3.13 — База даних сайту

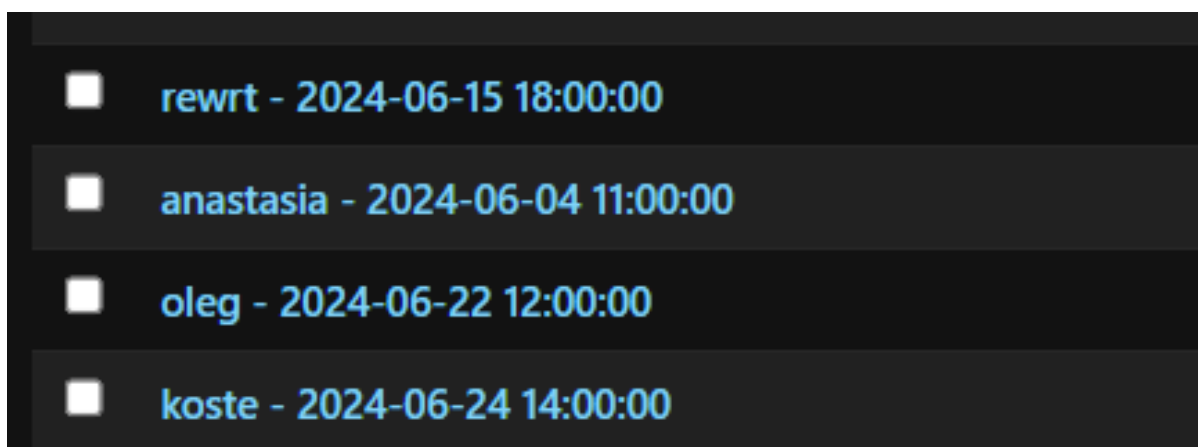


Рисунок 3.14 — Таблиця черги

4 РЕКОМЕНДАЦІЇ З ВВЕДЕННЯ В ЕКСПЛУАТАЦІЮ

4.1 Підготовка до роботи

Розгортання системи електронної черги розпочинається вибору місць розташування консолі реєстрації, комп'ютерів операторів, головних інформаційних екранів, табло операторів, мережевого комутаційного обладнання.

Система електронної черги будується за архітектурою клієнт-сервер. Сервером в системі є консоль реєстрації. Комп'ютери операторів є клієнтами. Застосунки операторів повинні мати доступ до бази даних, що знаходиться на сервері, а тому мають знаходитися в одній мережі з сервером. Оскільки система підтримує можливість оналайн запису до черги, сервер повинен мати доступ до мережі Інтернет. Відповідно, в залежності від кількості комп'ютерів операторів вибирається мережеве обладнання Ethernet: комутатори та маршрутизатор. Перераховане обладнання з'єднується за допомогою кабелів.

Далі розміщуються інформаційні табло. Головні інформаційні табло розташовуються у залі очікування. Кількість використовуваних головних інформаційних табло визначається розмірами залу очікування. Місяця їх встановлення вибираються так, щоб забезпечити можливість спостереження інформації з будь-якої точки з врахуванням того, що відображується на головних табло інформація буде однаковою. Встановлення головних інформаційних табло може здійснюватися з використанням їх кріплення до стелі або стіни.

Табло операторів розташовуються біля робочих місць операторів так, щоб кожне з них однозначно визначало пов'язаного з ним оператора. Встановлення табло операторів може здійснюватися з використанням кріплення до стола оператора, стелі над ним або елементам конструкції, що відгорожує оператора від відвідувача.

При використанні дротового підключення інформаційних табло до сервера за допомогою витої пари RS-485 прокладається відповідний кабель. Архітектура утвореної таким чином мережі відповідає топології «зірка», в якій головним

елементом є сервер. Для підключення гілок мережі до сервера виокристовуються перетворювачі USB-RS-485.

Для забезпечення бездротового зв'язку між сервером та інформаційними табло встановлюються точки доступу WiFi. Кожну точку доступу потрібно розміщувати на однаковій відстані від усіх інформаційних табло, які будуть підключатися до неї. При визначенні місця розташування точки доступу WiFi слід вибирати найбільш високу точку для її розміщення. З одного боку це забезпечить менше фізичних перешкод на шляху у сигналу, а з іншого — захистить її від ненавмисного чи навмисного пошкодження, фізичного відключення від мережі живлення або комп'ютерної мережі.

Кожне інформаційне табло передбачає живлення від джерела постійної напруги. Залежно від місця розташування табло та фізичної можливості організувати живлення вибирається або групове підключення кількох табло до джерела постійної напруги відповідної потужності, або індивідуальне живлення.

Встановлення обладнання, його кріплення та підключення здійснюється відповідно рекомендаціям виробника, що наводяться у технічні документації, яка прикладається до нього. Монтаж та кріплення повинні відбуватися без фізичного впливу на елементи конструкції обладнання і лише з використанням тих конструктивних елементів, що передбачені виробником. до технічної документації та що прикладається до нього користуються.

Після встановлення обладнання необхідно провести інсталяцію програмного забезпечення. Програмне забезпечення системи електронної черги складається з серверного та клієнтського модулів. Серверний модуль інсталується на сервері. Інтерфейс серверного модуля є інтерфейсом системи для користувача. Додатковим компонентом серверного модуля є програма, що забезпечує передачу номеру талона клієнта, для кого підійшла черга, на інформаційні табло.

Клієнтські модулі інсталується на комп'ютерах операторів. Під час інсталяції потрібно зареєструвати оператора в системі та «прив'язати» його до відповідного підрозділу або послуги, що має відображення у системі.

4.2 Налаштування обладнання

Для налаштування обладнання системи електронної черги потрібно провести кілька важливих етапів. Перш за все, необхідно підключити всі робочі місця операторів до локальної мережі Ethernet. Це досягається за допомогою комутаторів і маршрутизаторів, які забезпечують стабільне з'єднання всіх пристроїв в системі. Всі комп'ютери операторів повинні мати доступ до бази даних, яка знаходиться на сервері, що дозволяє їм отримувати інформацію про поточний стан черги та викликати клієнтів

Наступним кроком є підключення сервера до Інтернету. Це необхідно для підтримки функції онлайн запису до черги, що забезпечує клієнтам можливість реєстрації через веб-додаток. Параметри підключення до Інтернету надаються інтернет-провайдером, і вони вводяться під час налаштування серверу. Важливо забезпечити стабільне та надійне з'єднання, щоб уникнути збоїв у роботі системи.

Потім відбувається налаштування Wi-Fi-мережі. Налаштування точки доступу Wi-Fi дозволяє мобільним пристроям підключатися до системи без використання кабелів. Для цього необхідно встановити відповідні параметри безпеки, такі як ім'я мережі (SSID) та пароль, щоб захистити мережу від несанкціонованого доступу.

Після налаштування мережі Ethernet відбувається налаштування мережі RS-485. Яка використовується для зв'язку сервера з інформаційними табло. Під час налаштування кожному табло присвоюється унікальний 8-ми бітний адрес. Присвоєння адреса здійснюється за допомогою спеціальної утиліти, яка запускається на сервері. Присвоєння відбувається в шляхом подачі живлення тільки на те табло, якому надається адрес.

Програмне забезпечення для керування системою електронної черги інсталується на сервері та комп'ютерах операторів. Після інсталяції програмного забезпечення необхідно налаштувати його для коректної роботи з базою даних, виклику клієнтів та відображення стану черги на інформаційних

табло. Конфігурація програмного забезпечення включає налаштування інтерфейсів користувача, параметрів виклику та методів обробки даних.

Останнім етапом є тестування системи. Це включає перевірку коректності роботи всіх компонентів, таких як реєстрація клієнтів, виклик операторів, відображення інформації на табло та обмін даними між пристроями. У разі виявлення будь-яких проблем або недоліків, необхідно провести додаткові налаштування та виправлення, щоб забезпечити стабільну та ефективну роботу системи електронної черги.

Додатково, перед введенням системи в експлуатацію рекомендується провести навчання персоналу, який буде працювати з електронною чергою. Це включає ознайомлення з функціоналом системи, основними методами роботи з програмним забезпеченням та обладнанням, а також процедурами вирішення можливих технічних проблем.

4.3 Моніторинг та технічна підтримка

Після встановлення та налаштування обладнання важливо забезпечити постійний моніторинг і технічну підтримку системи електронної черги. Регулярний моніторинг роботи системи дозволяє своєчасно виявляти та усувати будь-які збої або технічні проблеми, що можуть виникнути в процесі експлуатації.

Моніторинг системи можна здійснювати за допомогою спеціального програмного забезпечення, яке дозволяє відстежувати стан усіх компонентів системи в режимі реального часу. Це забезпечує можливість оперативного реагування на будь-які збої або несправності, а також дозволяє проводити профілактичні заходи для запобігання потенційним проблемам.

Технічна підтримка включає в себе регулярне оновлення програмного забезпечення, що використовується в системі електронної черги, для забезпечення його сумісності з новими технологіями та вимогами. Крім того, важливо забезпечити наявність резервних копій бази даних та налаштувань системи для відновлення роботи у випадку виникнення критичних збоїв.

Регулярне обслуговування обладнання, включаючи перевірку стану комутаційних пристроїв, кабелів та інших компонентів мережі, допомагає підтримувати високу надійність і ефективність роботи системи. У разі виявлення несправностей або зносу обладнання, його необхідно своєчасно замінити або відремонтувати.

Підтримка зворотного зв'язку з користувачами системи електронної черги дозволяє вчасно виявляти та усувати проблеми, що можуть виникати під час використання системи. Це також допомагає покращувати функціонал системи та адаптувати її під потреби конкретної організації.

Для забезпечення високого рівня технічної підтримки слід визначити відповідальних осіб або відділи, які будуть займатися моніторингом та обслуговуванням системи. Вони повинні бути забезпечені необхідними інструментами та ресурсами для ефективного виконання своїх обов'язків.

5 ЕКОНОМІЧНА ЧАСТИНА

5.1 Комерційний та технологічний аудит науково–технічної розробки

Метою даного розділу є проведення технологічного аудиту, в даному випадку нової комп'ютерної інформаційної системи електронної черги. Особливістю розробки є забезпечення зручного та ефективного процесу реєстрації та управління чергою, що дозволить реєструватися в чергу онлайн, не виходячи з дому або офісу. Також це дозволить автоматизувати процес реєстрації, що зменшить навантаження на персонал та покращить ефективність їх роботи.

Аналогом може бути df.diiia.gov.ua – приблизна вартість 1000000 грн; suo.ua приблизна вартість 600000 грн.

Для проведення комерційного та технологічного аудиту залучають не менше 3–х незалежних експертів. Оцінювання науково–технічного рівня розробки та її комерційного потенціалу рекомендується здійснювати із застосуванням п'ятибальної системи оцінювання за 12–ма критеріями, у відповідності із табл. 5.1.

Таблиця 5.1 – Рекомендовані критерії оцінювання комерційного потенціалу розробки та їх можлива бальна оцінка

Бали (за 5–ти бальною шкалою)					
Кри- терій	0	1	2	3	4
Технічна здійсненність концепції					
1	Достовірність концепції не підтверджена	Концепція підтверджена експертними висновками	Концепція підтверджена розрахунками	Концепція перевірена на практиці	Перевірено роботоздатність продукту в реальних умовах
Ринкові переваги					
2	Багато аналогів на малому ринку	Мало аналогів на малому ринку	Кілька аналогів на великому ринку	Один аналог на великому ринку	Продукт не має аналогів на великому ринку

Продовження табл. 5.1

3	Ціна продукту значно вища за ціни аналогів	Ціна продукту дещо вища за ціни аналогів	Ціна продукту приблизно дорівнює цінам аналогів	Ціна продукту дещо нижче за ціни аналогів	Ціна продукту значно нижче за ціни аналогів
4	Технічні та споживчі властивості продукту значно гірші, ніж в аналогів	Технічні та споживчі властивості продукту трохи гірші, ніж в аналогів	Технічні та споживчі властивості продукту на рівні аналогів	Технічні та споживчі властивості продукту трохи кращі, ніж в аналогів	Технічні та споживчі властивості продукту значно кращі, ніж в аналогів
5	Експлуатаційні витрати значно вищі, ніж в аналогів	Експлуатаційні витрати дещо вищі, ніж в аналогів	Експлуатаційні витрати на рівні експлуатаційних витрат аналогів	Експлуатаційні витрати трохи нижчі, ніж в аналогів	Експлуатаційні витрати значно нижчі, ніж в аналогів
Ринкові перспективи					
6	Ринок малий і не має позитивної динаміки	Ринок малий, але має позитивну динаміку	Середній ринок з позитивною динамікою	Великий стабільний ринок	Великий ринок з позитивною динамікою
7	Активна конкуренція великих компаній на ринку	Активна конкуренція	Помірна конкуренція	Незначна конкуренція	Конкурентів немає
Практик на здійсненність					
8	Відсутні фахівці як з технічної, так і з комерційної реалізації ідеї	Необхідно наймати фахівців або витратити значні кошти та час на навчання наявних фахівців	Необхідне незначне навчання фахівців та збільшення їх штату	Необхідне незначне навчання фахівців	Є фахівці з питань як з технічної, так і з комерційної реалізації ідеї
9	Потрібні значні фінансові ресурси, які відсутні. Джерела фінансування ідеї відсутні	Потрібні незначні фінансові ресурси. Джерела фінансування відсутні	Потрібні значні фінансові ресурси. Джерела фінансування є	Потрібні незначні фінансові ресурси. Джерела фінансування є	Не потребує додаткового фінансування
10	Необхідна розробка нових матеріалів	Потрібні матеріали, що використовуються у військово-промисловому комплексі	Потрібні дорогі матеріали	Потрібні досяжні та дешеві матеріали	Всі матеріали для реалізації ідеї відомі та давно використовуються у виробництві

Продовження табл. 5.1

11	Термін реалізації ідеї більший за 10 років	Термін реалізації ідеї більший за 5 років. Термін окупності інвестицій більше 10-ти років	Термін реалізації ідеї від 3-х до 5-ти років. Термін окупності інвестицій більше 5-ти років	Термін реалізації ідеї менше 3-х років. Термін окупності інвестицій від 3-х до 5-ти років	Термін реалізації ідеї менше 3-х років. Термін окупності інвестицій менше 3-х років
12	Необхідна розробка регламентних документів та отримання великої кількості дозвільних документів на виробництво та реалізацію продукту	Необхідно отримання великої кількості дозвільних документів на виробництво та реалізацію продукту, що вимагає значних коштів та часу	Процедура отримання дозвільних документів для виробництва та реалізації продукту вимагає незначних коштів та часу	Необхідно тільки повідомлення відповідним органам про виробництво та реалізацію продукту	Відсутні будь-які регламентні обмеження на виробництво та реалізацію продукту

Усі дані по кожному параметру занесено в таблиці 5.2

Таблиця 5.2 – Результати оцінювання комерційного потенціалу розробки

Критерії оцінювання	ПБ експертів		
	Експерт 1	Експерт 2	Експерт 3
	Бали		
Технічна здійсненність концепції	3	4	4
Наявність аналогів на ринку	3	3	4
Цінова політика	3	4	4
Технічні та споживчі властивості виробу	4	3	3
Експлуатаційні витрати	4	4	3
Ринок збуту	4	3	4
Конкурентоспроможність	4	4	4
Фахівці з технічної і комерційної реалізації	4	3	4
Фінансування	4	4	3
Матеріально-технічна база	3	3	3
Термін реалізації ідеї	4	4	4
Супровідна документація	3	3	3
Сума	43	42	43
Середньоарифметична сума балів	$(43+42+43) / 3 = 42,67$		

За даними таблиці 5.2 можна зробити висновок щодо рівня комерційного потенціалу даної розробки. Для цього доцільно скористатись рекомендаціями, наведеними в таблиці 5.3.

Таблиця 5.3 – Рівні комерційного потенціалу розробки

Середньоарифметична сума балів, розрахована на основі висновків експертів	Рівень комерційного потенціалу розробки
0–10	Низький
11–20	Нижче середнього
21–30	Середній
31–40	Вище середнього
41–48	Високий

Як видно з таблиці, рівень комерційного потенціалу розроблюваного нового програмного продукту є високим, що досягається за рахунок забезпечення зручного та ефективного процесу реєстрації та управління чергою, що дозволить реєструватися в чергу онлайн, не виходячи з дому або офісу. Також це дозволить автоматизувати процес реєстрації, що зменшить навантаження на персонал та покращить ефективність їх роботи.

5.2 Прогнозування витрат на виконання науково–дослідної (дослідно–конструкторської) роботи

5.2.1 Основна заробітна плата розробників, яка розраховується за формулою:

$$Z_o = \frac{M}{T_p} \cdot t, \quad (5.1)$$

де M – місячний посадовий оклад конкретного розробника (дослідника), грн.;

T_p – число робочих днів за місяць, 24 днів;

t – число днів роботи розробника (дослідника).

Результати розрахунків зведемо до таблиці 4.4.

Таблиця 5.4 – Основна заробітна плата розробників

Найменування посади	Місячний посадовий оклад, грн.	Оплата за робочий день, грн.	Число днів роботи	Витрати на заробітну плату, грн.
Керівник проекту	43200	1800,00	36	64800,000
Програміст	39500	1645,83	36	59250,000
Всього				124050,00

Так як в даному випадку розробляється програмний продукт, то розробник виступає одночасно і основним робітником, і тестувальником розроблюваного програмного продукту.

5.2.2 Додаткова заробітна плата розробників, які брати участь в розробці обладнання/програмного продукту.

Додаткову заробітну плату прийнято розраховувати як 11 % від основної заробітної плати розробників та робітників:

$$Z_d = Z_o \cdot 11 \% / 100 \% \quad (5.2)$$

$$Z_d = (124050,00 \cdot 11 \% / 100 \%) = 13645,50 \text{ (грн.)}$$

5.2.3 Нарахування на заробітну плату розробників.

Згідно діючого законодавства нарахування на заробітну плату складають 22 % від суми основної та додаткової заробітної плати.

$$H_z = (Z_o + Z_d) \cdot 22 \% / 100\% \quad (5.3)$$

$$H_z = (124050,00 + 13645,50) \cdot 22 \% / 100 \% = 30293,01 \text{ (грн.)}$$

5.2.4. Оскільки для розроблювального пристрою не потрібно витратити матеріали та комплектуючі, то витрати на матеріали і комплектуючі дорівнюють нулю.

5.2.5 Амортизація обладнання, яке використовувалось для проведення розробки.

Амортизація обладнання, що використовувалось для розробки в спрощеному вигляді розраховується за формулою:

$$A = \frac{Ц}{Tв} \cdot \frac{t_{вик}}{12} \quad [\text{грн.}] \quad (5.4)$$

де Ц – балансова вартість обладнання, грн.;

T – термін корисного використання обладнання згідно податкового законодавства, років

$t_{вик}$ – термін використання під час розробки, місяців

Розрахуємо, наприклад, амортизаційні витрати на комп'ютер балансова вартість якого становить 30000 грн., термін його корисного використання згідно податкового законодавства – 2 роки, а термін його фактичного використання – 1,50 міс.

$$A_{обл} = \frac{30000}{2} \times \frac{1,5}{12} = 1875 \text{ грн.}$$

Аналогічно визначаємо амортизаційні витрати на інше обладнання та приміщення. Розрахунки заносимо до таблиці 4.5. Так як вартість ліцензійної ОС та спеціалізованих ліцензійних нематеріальних ресурсів менше 20000 грн, то даний нематеріальний актив не амортизується, а його вартість включається у вартість розробки повністю, $V_{нем.ак.} = 6300$ грн.

Таблиця 5.5 – Амортизаційні відрахування на матеріальні та нематеріальні ресурси для розробників

Найменування обладнання	Балансова вартість, грн.	Строк корисного використання, років	Термін використання обладнання, місяців	Амортизаційні відрахування, грн.
Комп'ютер та комп'ютерна периферія	30000	2	1,50	1875,000
Офісне обладнання (меблі)	28000	4	1,50	875,000
Приміщення	1350000	20	1,50	8437,500
Всього				11187,50

5.2.6 Тарифи на електроенергію для побутових споживачів (промислових підприємств) відрізняються від тарифів на електроенергію для населення. При цьому тарифи на розподіл електроенергії у різних постачальників (енергорозподільних компаній), будуть різними. Крім того, розмір тарифу залежить від класу напруги (1-й або 2-й клас). Тарифи на розподіл електроенергії для всіх енергорозподільних компаній встановлює Національна комісія з регулювання енергетики і комунальних послуг (НКРЕКП). Витрати на силову електроенергію розраховуються за формулою:

$$V_e = V \cdot P \cdot \Phi \cdot K_{\Pi}, \quad (5.5)$$

де V – вартість 1 кВт-години електроенергії для 1 класу підприємства з ПДВ в 2024 році для Вінницької області за даними Енера-Вінниця, $V = (5635,47/1000) \cdot 1,2 = 6,76$ грн./кВт;

P – встановлена потужність обладнання, кВт. $P = 0,3$ кВт;

Φ – фактична кількість годин роботи обладнання, годин.

K_{Π} – коефіцієнт використання потужності, $K_{\Pi} = 0,9$.

$$V_e = 0,9 \cdot 0,3 \cdot 8 \cdot 36 \cdot 6,76 = 525,6576 \text{ (грн.)}$$

5.2.7 Інші витрати та загальновиробничі витрати.

До статті «Інші витрати» належать витрати, які не знайшли відображення у зазначених статтях витрат і можуть бути віднесені безпосередньо на собівартість досліджень за прямими ознаками. Витрати за статтею «Інші витрати» розраховуються як 50...100% від суми основної заробітної плати дослідників:

$$I_e = (Z_o + Z_p) \cdot \frac{H_{ib}}{100\%}, \quad (5.6)$$

де H_{ib} – норма нарахування за статтею «Інші витрати».

$$I_b = 124050,00 * 85\% / 100\% = 105442,5 \text{ (грн.)}$$

До статті «Накладні (загальновиробничі) витрати» належать: витрати, пов'язані з управлінням організацією; витрати на винахідництво та раціоналізацію; витрати на підготовку (перепідготовку) та навчання кадрів; витрати, пов'язані з набором робочої сили; витрати на оплату послуг банків; витрати, пов'язані з освоєнням виробництва продукції; витрати на науково–технічну інформацію та рекламу та ін. Витрати за статтею «Накладні (загальновиробничі) витрати» розраховуються як 100...150% від суми основної заробітної плати дослідників:

$$H_{нзв} = (Z_o + Z_p) \cdot \frac{H_{нзв}}{100\%}, \quad (5.7)$$

де $H_{нзв}$ – норма нарахування за статтею «Накладні (загальновиробничі) витрати».

$$H_{нзв} = 124050,00 * 135\% / 100\% = 167468 \text{ (грн.)}$$

5.2.8 Витрати на проведення науково–дослідної роботи.

Сума всіх попередніх статей витрат дає загальні витрати на проведення

науково–дослідної роботи:

$$B_{\text{заг}} = 124050,00 + 13645,50 + 30293,01 + 11187,50 + 6300 + 525,66 + 105442,5 + 167468 = 458911,67 \text{ грн.}$$

5.2.9 Розрахунок загальних витрат на науково–дослідну роботу та оформлення її результатів.

Загальні витрати на завершення науково–дослідної (науково–технічної) роботи та оформлення її результатів розраховуються за формулою:

$$ЗВ = \frac{B_{\text{заг}}}{\eta} \text{ (грн)}, \quad (5.8)$$

де η – коефіцієнт, який характеризує етап (стадію) виконання науково–дослідної роботи.

Так, якщо науково–технічна розробка знаходиться на стадії: науково–дослідних робіт, то $\eta=0,1$; технічного проектування, то $\eta=0,2$; розробки конструкторської документації, то $\eta=0,3$; розробки технологій, то $\eta=0,4$; розробки дослідного зразка, то $\eta=0,5$; розробки промислового зразка, то $\eta=0,7$; впровадження, то $\eta=0,9$. Оберемо $\eta = 0,5$, так як розробка, на даний момент, знаходиться на стадії дослідного зразка:

$$ЗВ = 458911,67 / 0,5 = 917823 \text{ грн.}$$

5.3 Розрахунок економічної ефективності розробки за її можливої комерціалізації потенційним інвестором

В ринкових умовах узагальнювальним позитивним результатом, що його може отримати потенційний інвестор від можливого впровадження результатів тієї чи іншої науково–технічної розробки, є збільшення у потенційного інвестора величини чистого прибутку. Саме зростання чистого прибутку

забезпечить потенційному інвестору надходження додаткових коштів, дозволить покращити фінансові результати його діяльності, підвищить конкурентоспроможність та може позитивно вплинути на ухвалення рішення щодо комерціалізації цієї розробки.

Для того, щоб розрахувати можливе зростання чистого прибутку у потенційного інвестора від можливого впровадження науково–технічної розробки необхідно:

а) вказати, з якого часу можуть бути впроваджені результати науково–технічної розробки;

б) зазначити, протягом скількох років після впровадження цієї науково–технічної розробки очікуються основні позитивні результати для потенційного інвестора (наприклад, протягом 3–х років після її впровадження);

в) кількісно оцінити величину існуючого та майбутнього попиту на цю або аналогічні чи подібні науково–технічні розробки та назвати основних суб'єктів (зацікавлених осіб) цього попиту;

г) визначити ціну реалізації на ринку науково–технічних розробок з аналогічними чи подібними функціями.

При розрахунку економічної ефективності потрібно обов'язково враховувати зміну вартості грошей у часі, оскільки від вкладення інвестицій до отримання прибутку минає чимало часу. При оцінюванні ефективності інноваційних проєктів передбачається розрахунок таких важливих показників:

- абсолютного економічного ефекту (чистого дисконтованого доходу);
- внутрішньої економічної дохідності (внутрішньої норми дохідності);
- терміну окупності (дисконтованого терміну окупності).

Аналізуючи напрямки проведення науково–технічних розробок, розрахунок економічної ефективності науково–технічної розробки за її можливої комерціалізації потенційним інвестором можна об'єднати, враховуючи визначені ситуації з відповідними умовами.

5.3.1 Розробка чи суттєве вдосконалення програмного засобу (програмного забезпечення, програмного продукту) для використання масовим споживачем.

В цьому випадку майбутній економічний ефект буде формуватися на основі таких даних:

$$\Delta\Pi_i = (\pm\Delta\Pi_0 \cdot N + \Pi_0 \cdot \Delta N)_i \cdot \lambda \cdot \rho \cdot \left(1 - \frac{\vartheta}{100}\right), \quad (5.9)$$

де $\pm\Delta\Pi_0$ – зміна вартості програмного продукту (зростання чи зниження) від впровадження результатів науково–технічної розробки в аналізовані періоди часу;

N – кількість споживачів які використовували аналогічний продукт у році до впровадження результатів нової науково–технічної розробки;

Π_0 – основний оціночний показник, який визначає діяльність підприємства у даному році після впровадження результатів наукової розробки, $\Pi_0 = \Pi_б \pm \Delta\Pi_0$;

$\Pi_б$ – вартість програмного продукту у році до впровадження результатів розробки;

ΔN – збільшення кількості споживачів продукту, в аналізовані періоди часу, від покращення його певних характеристик;

λ – коефіцієнт, який враховує сплату податку на додану вартість. Ставка податку на додану вартість дорівнює 20%, а коефіцієнт $\lambda = 0,8333$.

ρ – коефіцієнт, який враховує рентабельність продукту;

ϑ – ставка податку на прибуток, у 2024 році $\vartheta = 18\%$.

Припустимо, що при прогнозованій ціні 120000 грн. за одиницю виробу, термін збільшення прибутку складе 3 роки. Після завершення розробки і її вдосконалення, можна буде підняти її ціну на 10000 грн. Кількість одиниць реалізованої продукції також збільшиться: протягом першого року – на 100 шт., протягом другого року – на 120 шт., протягом третього року на 150 шт. До моменту впровадження результатів наукової розробки реалізації продукту не було:

$$\Delta\Pi_1 = (0*10000 + (120000 + 10000)*100)* 0,8333* 0,45) * (1 - 0,18) = 3689999,852 \text{ грн.}$$

$$\Delta\Pi_2 = (0*10000 + (120000 + 10000)*(100+120)* 0,8333* 0,45) * (1 - 0,18) = 8794499,648 \text{ грн.}$$

$$\Delta\Pi_3 = (0*10000 + (120000 + 10000)*(100+120+150)* 0,8333* 0,45) * (1 - 0,18) = 14790749,408 \text{ грн.}$$

Отже, комерційний ефект від реалізації результатів розробки за три роки складе 27275248,91 грн.

5.3.2 Розрахунок ефективності вкладених інвестицій та періоду їх окупності.

Розраховуємо приведену вартість збільшення всіх чистих прибутків ПП, що їх може отримати потенційний інвестор від можливого впровадження та комерціалізації науково–технічної розробки:

$$ПП = \sum_1^T \frac{\Delta\Pi_i}{(1+\tau)^t}, \quad (5.10)$$

де $\Delta\Pi_i$ – збільшення чистого прибутку у кожному із років, протягом яких виявляються результати виконаної та впровадженої науково–дослідної (науково–технічної) роботи, грн;

T – період часу, протягом якою виявляються результати впровадженої науково–дослідної (науково–технічної) роботи, роки;

τ – ставка дисконтування, за яку можна взяти щорічний прогнозований рівень інфляції в країні, $\tau = 0,05 \dots 0,15$;

t – період часу (в роках).

Збільшення прибутку ми отримаємо, починаючи з першого року:

$$ПП = (3689999,852/(1+0,1)^1) + (8794499,648/(1+0,1)^2) + (14790749,408 / (1+0,1)^3) = 3354545,32 + 7268181,527 + 11112508,95 = 21735235,79 \text{ грн.}$$

Далі розраховують величину початкових інвестицій PV , які потенційний інвестор має вкласти для впровадження і комерціалізації науково–технічної розробки. Для цього можна використати формулу:

$$PV = k_{\text{инв}} * ЗВ, \quad (5.11)$$

де $k_{\text{инв}}$ – коефіцієнт, що враховує витрати інвестора на впровадження науково–технічної розробки та її комерціалізацію. Це можуть бути витрати на підготовку приміщень, розробку технологій, навчання персоналу, маркетингові заходи тощо; зазвичай $k_{\text{инв}}=2\dots5$, але може бути і більшим;

$ЗВ$ – загальні витрати на проведення науково–технічної розробки та оформлення її результатів, грн.

$$PV = 2 * 917823 = 1835646,67 \text{ грн.}$$

Тоді абсолютний економічний ефект $E_{\text{абс}}$ або чистий приведений дохід (NPV, Net Present Value) для потенційного інвестора від можливого впровадження та комерціалізації науково–технічної розробки становитиме:

$$E_{\text{абс}} = \text{ПП} - PV, \quad (5.12)$$

$$E_{\text{абс}} = 21735235,79 - 1835646,67 = 19899589,12 \text{ грн.}$$

Оскільки $E_{\text{абс}} > 0$ то вкладання коштів на виконання та впровадження результатів даної науково–дослідної (науково–технічної) роботи може бути доцільним.

Для остаточного прийняття рішення з цього питання необхідно розрахувати внутрішню економічну дохідність або показник внутрішньої норми дохідності (IRR, Internal Rate of Return) вкладених інвестицій та порівняти її з так званою бар'єрною ставкою дисконтування, яка визначає ту мінімальну

внутрішню економічну дохідність, нижче якої інвестиції в будь-яку науково-технічну розробку вкладати буде економічно недоцільно.

Розрахуємо відносну (щорічну) ефективність вкладених в наукову розробку інвестицій E_e . Для цього використаємо формулу:

$$E_e = T_{ж} \sqrt{1 + \frac{E_{abc}}{PV}} - 1, \quad (5.13)$$

$T_{ж}$ – життєвий цикл наукової розробки, роки.

$$\sqrt{E_b = 3 (1 + 19899589,12/1835646,67) - 1 = 1,279}$$

Визначимо мінімальну ставку дисконтування, яка у загальному вигляді визначається за формулою:

$$\tau = d + f, \quad (5.14)$$

де d – середньозважена ставка за депозитними операціями в комерційних банках; в 2024 році в Україні $d = (0,09...0,14)$;

f – показник, що характеризує ризикованість вкладень; зазвичай, величина $f = (0,05...0,5)$.

$$\tau_{\min} = 0,14 + 0,05 = 0,19.$$

Так як $E_b > \tau_{\min}$, то інвестор може бути зацікавлений у фінансуванні даної наукової розробки.

Розрахуємо термін окупності вкладених у реалізацію наукового проекту інвестицій за формулою:

$$T_{ок} = \frac{1}{E_e}, \quad (5.15)$$

$$T_{ок} = 1 / 1,279 = 0,78 \text{ р.}$$

Оскільки $T_{ок} < 3$ -х років, а саме термін окупності рівний 0,78 роки, то фінансування даної наукової розробки є доцільним.

Висновки до розділу: економічна частина даної роботи містить розрахунок витрат на розробку нового програмного продукту, сума яких складає 917823 гривень. Було спрогнозовано орієнтовану величину витрат по кожній з статей витрат. Також розраховано чистий прибуток, який може отримати виробник від реалізації нового технічного рішення, розраховано період окупності витрат для інвестора та економічний ефект при використанні даної розробки. В результаті аналізу розрахунків можна зробити висновок, що розроблений програмний продукт за ціною дешевший за аналог і є висококонкурентоспроможним. Період окупності складе близько 0,78 роки.

ВИСНОВКИ

В магістерській кваліфікаційній роботі було досліджено та розроблено комп'ютерну інформаційну систему електронної черги, що дозволяє ефективно керувати потоками відвідувачів у різних установах.

В першому розділі проведено детальний аналіз предметної області. Визначено, що система електронної черги є важливим інструментом для оптимізації управління відвідувачами, що дозволяє зменшити час очікування та підвищити якість обслуговування. Проведено огляд сучасних підходів до побудови таких систем та вибір аналогів для подальшого порівняння.

В другому розділі було розглянуто апаратні та програмні засоби систем електронної черги. Визначено основні компоненти системи: консоль реєстрації, інформаційні табло, комп'ютери операторів та сервер. Описано їх функціональну організацію та взаємодію між собою. Також було розглянуто програмні засоби, які забезпечують роботу системи, включаючи серверні додатки, клієнтські програми та модулі для управління чергою.

В третьому розділі було сформовано елементну базу модуля керування інформаційним табло. Розроблено структурну схему системи електронної черги та інформаційного табло. Розроблено функціональну схему модуля керування табло, головним елементом якої є модуль Arduino Nano DD3 на базі мікроконтролера ATmega328. Також створену базу даних.

В четвертому розділі було надано рекомендації з введення системи в експлуатацію. Розглянуто процес підготовки до роботи, включаючи вибір місць для встановлення обладнання, підключення до мережі та налаштування всіх компонентів системи. Окремо було висвітлено питання моніторингу та технічної підтримки, що включає регулярний моніторинг роботи системи, оновлення програмного забезпечення та забезпечення надійної технічної підтримки.

В п'ятому розділі було проведено економічний аналіз розробки. Виконано комерційний та технологічний аудит, прогнозування витрат на впровадження системи та розрахунок її економічної ефективності. Було доведено, що система

має високий комерційний потенціал і може забезпечити значні економічні вигоди за рахунок оптимізації роботи персоналу та підвищення якості обслуговування клієнтів.

Таким чином, розроблена система електронної черги відповідає сучасним вимогам і дозволяє значно покращити процес управління потоками відвідувачів. Впровадження цієї системи в практику сприятиме підвищенню ефективності роботи установи, зменшенню витрат часу на обслуговування клієнтів та підвищенню рівня задоволеності відвідувачів. Розробка має високий комерційний потенціал і може бути успішно використана в різних сферах діяльності, де необхідно організувати чергу та покращити якість обслуговування.

ПЕРЕЛІК ДЖЕРЕЛ ПОСИЛАННЯ

1. Інформатизація. [Електронний ресурс]. Режим доступу: <https://xreferat.com/38/852-1-nformatizac-ya-osv-ti.html>
2. Ахметов І.Г. Молодий вчений. Міжнародний науковий журнал. – 2017 – 111 с. – ISSN 2072– 0297
3. Електронна черга. [Електронний ресурс]. Режим доступу: <https://intis.com.ua/index.php/kataloh/rishennia/elektronna-cherha>
4. Електронна черга: системи обслуговування та керування. [Електронний ресурс]. Режим доступу: <https://www.q-systems.ru/>
5. Термінал електронної черги. [Електронний ресурс]. Режим доступу: <https://quickq.ru/ehlektronnaya-ochered/terminal-elektronnoj-ocheredi.html>
6. Термінал для електронної черги. [Електронний ресурс]. Режим доступу: <https://suo.com.ua/ua/produkty/>
7. Електронна система керування чергою "Compact". [Електронний ресурс]. Режим доступу: <https://www.versiya.com.ua/queuing-system/compact.html>
8. Електронна черга Human Queue Pro. [Електронний ресурс]. Режим доступу: <http://www.alfametric.com.ua/sistemi-keruvannya-cherhami/>
9. Smart-Q Queue Management System. [Електронний ресурс]. Режим доступу: <http://www.ingenioussmart.com/queue-management-system.html>
10. TM-Series Multi-touch Interactive Display. [Електронний ресурс]. Режим доступу: <https://displays.agneovo.com/ua/products/tm-series>
11. КЛІЄНТ- СЕРВЕРНА АРХІТЕКТУРА. [Електронний ресурс]. Режим доступу: <https://training.gatestlab.com/blog/technical-articles/client-server-architecture>.
12. Ethernet. [Електронний ресурс]. Режим доступу: https://uk.wikipedia.org/wiki/Ethernet#%D0%A2%D0%BE%D0%B2%D1%81%D1%82%D0%B8%D0%B9_Ethernet

13. Таненбаум Е. С., Уезерол Комп'ютерні мережі. 5-е вид. – 2022. – 960с. – ISBN 978–5–4461–1248–7

14. Галкин П. В., Гавриленко, В. В. Менько А. И. – [Дослідження дальності та швидкості передачі даних по вітій парі в промислових мережах RS–485 та PROFIBUS](#) – 2016. – 110 с.– ISSN 2220–6922

15. Wi–Fi. [Електронний ресурс]. Режим доступу: <https://uk.wikipedia.org/wiki/Wi-Fi>

16. ZigBee. [Електронний ресурс]. Режим доступу: <https://uk.wikipedia.org/wiki/ZigBee>

17. Рахно Е. Бюджетний WiFi–модуль ESP8266:// Бездротові технології. 2018. №1. С. 30–33.

18. Моїсєєв Д. Н. Бездротовий контроль наукового обладнання та моніторинг датчиків по Wi–Fi з допомогою модуля ESP8266 // Автоматика та програмна інженерія. 2018. №1. С. 9–19.

19. Wi–Fi модуль ESP8266 версія ESP–07. [Електронний ресурс]. Режим доступу: <https://arduino.ua/prod1444-wi-fi-modul-esp8266-versiya-esp-0>.

20. М. Предко Посібник з мікроконтролерів. Том I: Постмаркет, 2001. – 416 с.

21. Arduino Nano. [Електронний ресурс]. Режим доступу: <https://radioprogram.ru/shop/merch/10>

ДОДАТОК А

Технічне завдання

Міністерство освіти та науки України

Вінницький національний технічний університет

Факультет інформаційних технологій та комп'ютерної інженерії

ЗАТВЕРДЖУЮ

Завідувач кафедри ОТ

проф., д.т.н.. Азаров О.Д.

_____ 2024 р.

ТЕХНІЧНЕ ЗАВДАННЯ

на виконання магістерської кваліфікаційної роботи

“Комп'ютерна інформаційна система електронної черги”

08-54.МКР.005.00.000 ПЗ

Керівник роботи к.т.н. доц. каф. ОТ

_____ Тарновський М. Г

Студент групи КІ-22мз

_____ Кривунець О. М.

1 Підстава для виконання магістерської кваліфікаційної роботи (МКР)

1.1 Актуальність роботи обумовлена необхідністю управління потоками відвідувачів для мінімізації невиправданих втрат часу клієнтами при тривалому очікуванні, зменшення їх втомленості, створення комфортних умов та упорядкування роботи обслуговуючого персоналу тощо.

1.2 Наказ про затвердження теми МКР.

2 Мета МКР і призначення розробки

2.1 Мета роботи — покращення функціональних можливостей системи електронної черги за рахунок підтримання онлайн запису, при якому враховується поточний стан черги.

2.2 Призначення розробки — створення апаратно-програмного забезпечення системи електронної черги реєстрація в якій може здійснюватися в оф-лайн та онлайн режимах.

3 Вихідні дані для виконання МКР

3.1 Призначення системи — керування потоками відвідувачів;

3.2 Підтримка можливості онлайн запису;

3.3 Інформаційне табло — світлодіодне, семисегментне;

3.4 Відображувана інформація — 3 символи номеру талону, 2 символи номеру оператора;

3.5 Архітектура — розподілена з можливістю легкого масштабування.

4 Вимоги до виконання МКР

4.1 Провести сучасних підходів до побудови та функціональної організації систем електронної черги;

4.2 Вибрати та проаналізувати аналоги;

4.3 Вибрати архітектуру системи;

4.4 Розробити інформаційні табло;

4.5 Розробити структуру бази даних;

4.6 Оцінити комерційний потенціал розробки.

5 Етапи МКР та очікувані результати

Етапи роботи та очікувані результати приведено в Таблиці А.1.

Таблиця А.1 — Етапи МКР

№ етапу	Назва етапу	Термін виконання		Очікувані результати
		початок	кінець	
1	Аналіз існуючих технологій, огляд аналогів системи.			Вступ, Розділ 1
2	Визначення архітектури системи			Розділ 2
3	Розробка структурної та функціональної схем модулів керування табло			Розділ 3
4	Розробка структури бази даних та інтерфейсу користувачького додатку			Розділ 3
5	Розробка рекомендацій з введення в експлуатацію			Розділ 4
6	Підготовка економічної частини			Розділ 5
7	Оформлення пояснювальної записки,	14.06.2024	17.06.2024	ПЗ, графічний матеріал і презентація

	графічного матеріалу і презентації			
8	Підготовка і підпис супроводжуючих документів, нормоконтроль та тест на плагіат	17.06.2024	18.06.2024	Оформленні документи

6 Матеріали, що подаються до захисту МКР

До захисту подаються: пояснювальна записка МКР, графічні і ілюстративні матеріали, протокол попереднього захисту МКР на кафедрі, відгук наукового керівника, відгук опонента, протоколи складання державних екзаменів, анотації до МКР українською та іноземною мовами.

7 Порядок контролю виконання та захисту МКР

Виконання етапів графічної та розрахункової документації МКР контролюється науковим керівником згідно зі встановленими термінами. Захист МКР відбувається на засіданні Екзаменаційної комісії, затвердженої наказом ректора.

8 Вимоги до оформлювання та порядок виконання МКР

8.1 При оформлюванні МКР використовуються:

— ДСТУ 3008: 2015 «Звіти в сфері науки і техніки. Структура та правила оформлювання»;

— ДСТУ 8302: 2015 «Бібліографічні посилання. Загальні положення та правила складання»;

— ГОСТ 2.104–2006 «Єдина система конструкторської документації. Основні написи»;

— методичні вказівки до виконання магістерських кваліфікаційних робіт зі спеціальності 123 — «Комп'ютерна інженерія»;

— документи на які посилаються у вище вказаних.

8.2 Порядок виконання МКР викладено в «Положення про кваліфікаційні роботи на другому (магістерському) рівні вищої освіти СУЯ ВНТУ–03.02.02 П.001.01:21

ДОДАТОК Б

Архітектура схема електронної черги

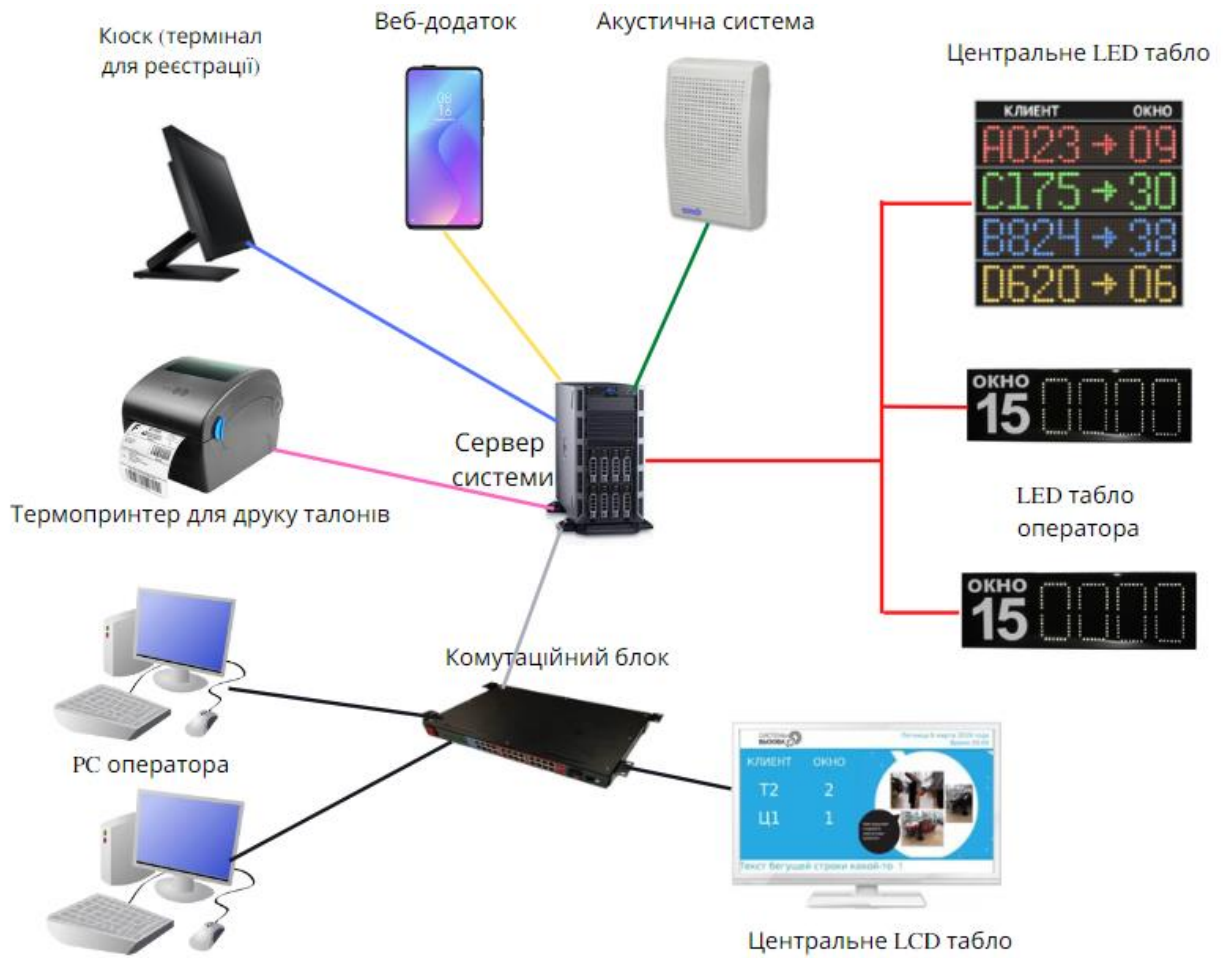


Рисунок Б.1 – Архітектура електронної черги

ДОДАТОК В

Структурна схема модуля керування табло

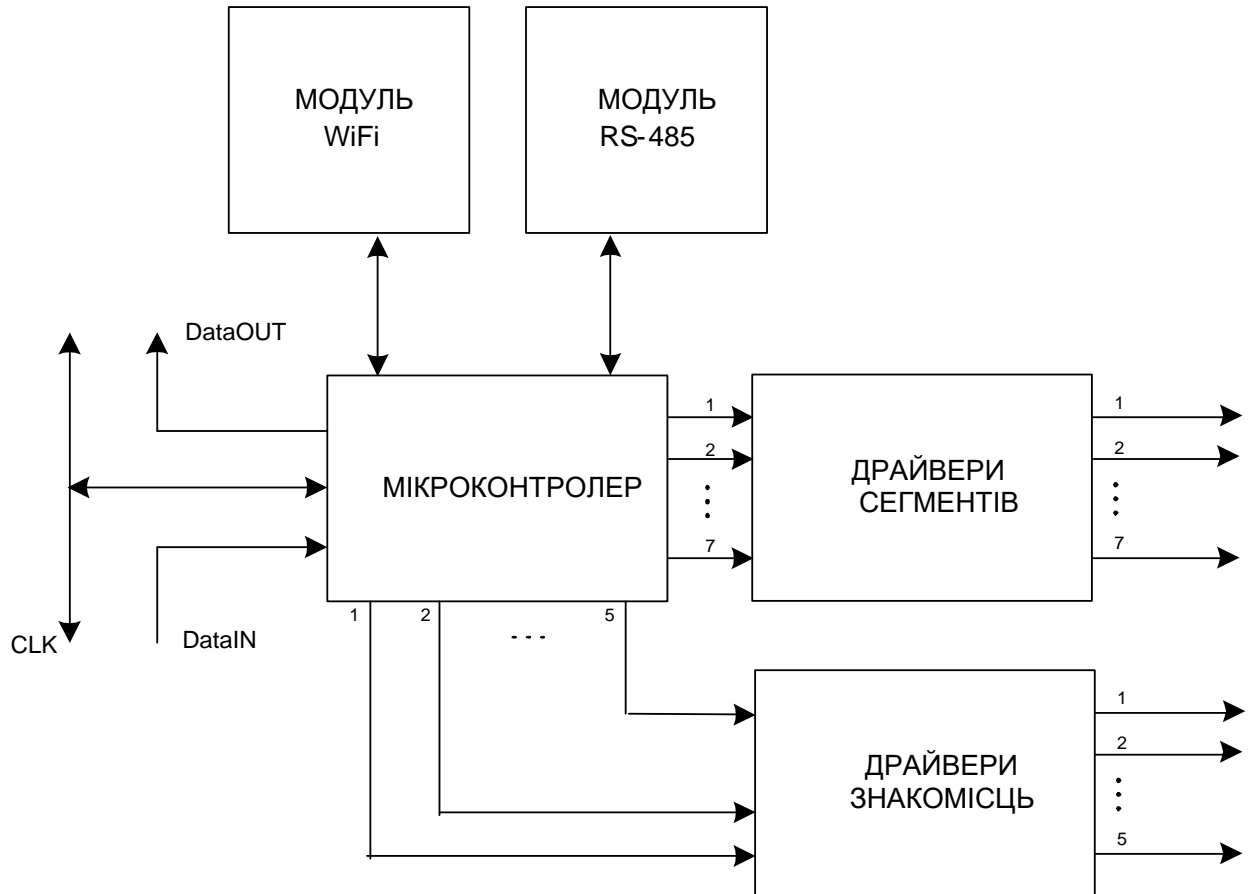


Рисунок В.1 — Структурна схема модуля керування табло

ДОДАТОК Г

Функціональна схема модуля керування табло

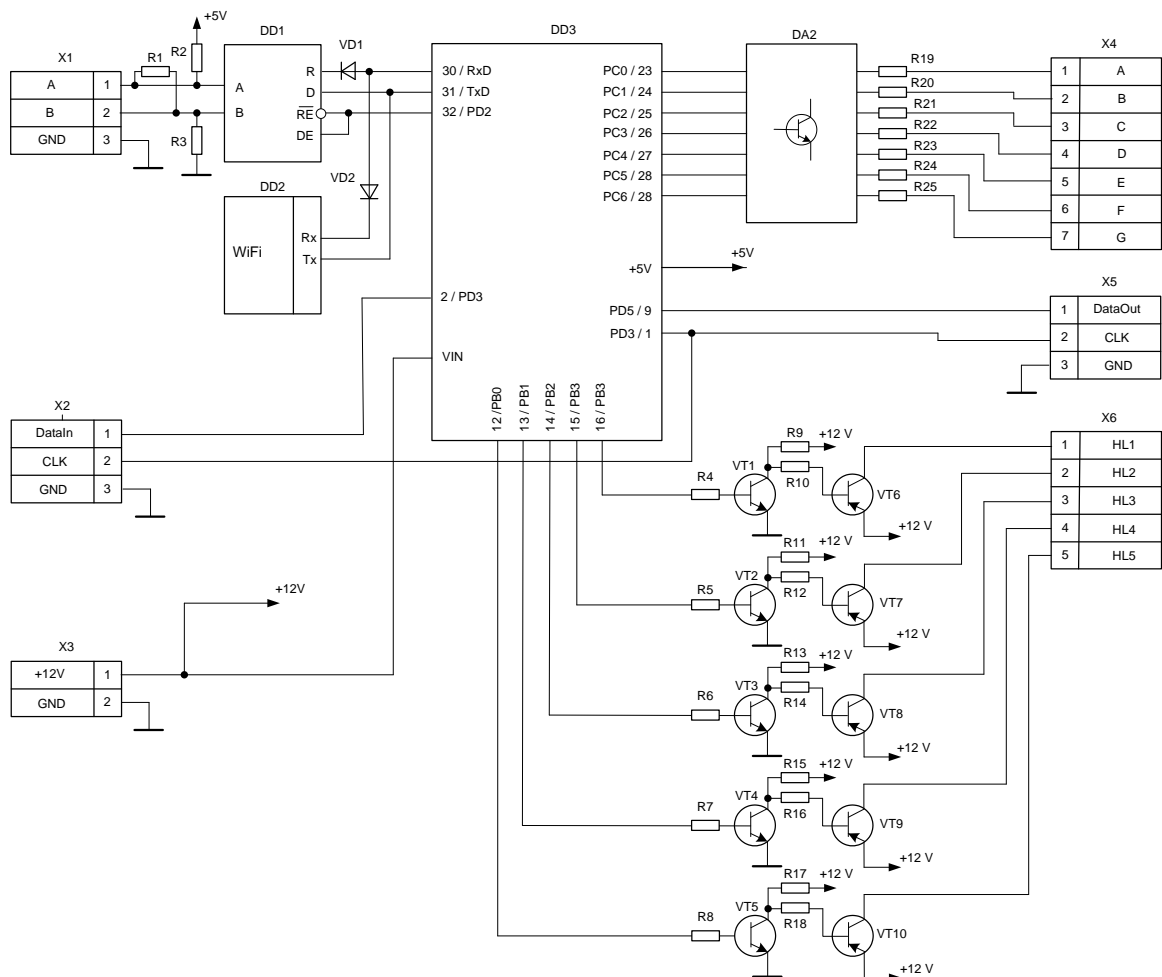


Рисунок Г.1 — Функціональна схема модуля керування табло

ДОДАТОК Д

UML-діаграма зв'язків між таблицями бази даних

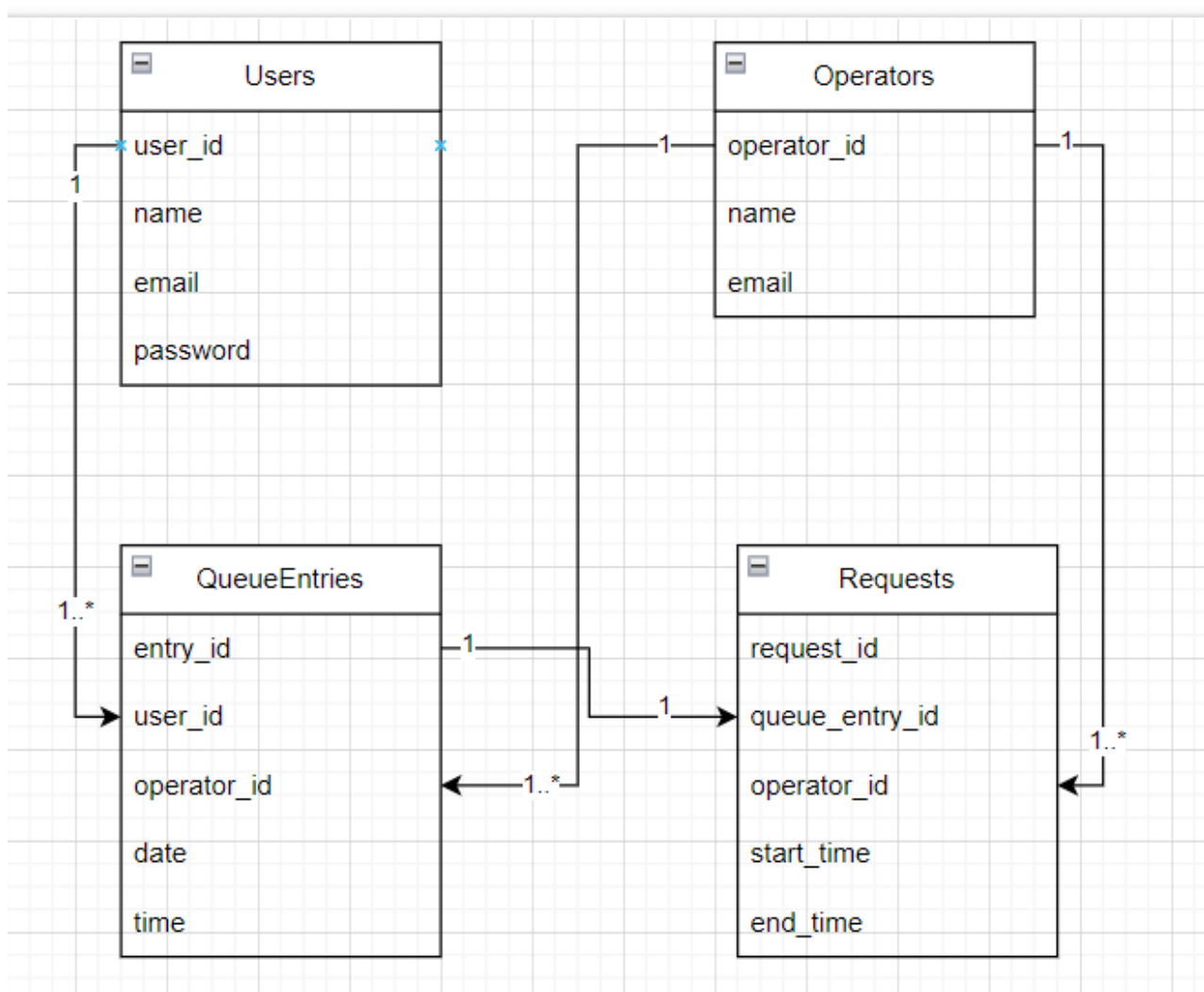


Рисунок Д.1 — UML-діаграма зв'язків між таблицями бази даних

ДОДАТОК Е

ПРОТОКОЛ ПЕРЕВІРКИ КВАЛІФІКАЦІЙНОЇ РОБОТИ НА НАЯВНІСТЬ ТЕКСТОВИХ ЗАПОЗИЧЕНЬ

Назва роботи: Комп'ютерна інформаційна система електронної черги

Тип роботи: магістерська кваліфікаційна робота

Підрозділ кафедра обчислювальної техніки

Показники звіту подібності Unicheck

Оригінальність 98% Схожість 2%

Аналіз звіту подібності (відмітити потрібне):

- Запозичення, виявлені у роботі, оформлені коректно і не містять ознак плагіату.
- Виявлені у роботі запозичення не мають ознак плагіату, але їх надмірна кількість викликає сумніви щодо цінності роботи і відсутності самостійності її виконання автором. Роботу направити на розгляд експертної комісії кафедри.
- Виявлені у роботі запозичення є недобросовісними і мають ознаки плагіату та/або в ній містяться навмисні спотворення тексту, що вказують на спроби приховування недобросовісних запозичень.

Особа, відповідальна за перевірку _____ Захарченко С.М.

Ознайомлені з повним звітом подібності, який був згенерований системою Unicheck щодо роботи.

Автор роботи _____ Кривунець О.М.

Керівник роботи _____ Тарновський М. Г.